



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED (SISTEMA RÁPIDO Y REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE PREPARACIÓN EN TROQUELES Y MATRICES) EN LA EMPRESA AUPLATEC”

**DIEGO MANUEL YUMI HUEBLA
CARLOS REINALDO MEJÍA PÉREZ**

TESIS DE GRADO

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

CERTIFICACIÓN

Ing. VICTOR MARCELINO FUERTES, Ing. JORGE FREIRE, en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por los señores Egresados: Yumi Huebla Diego Manuel y Mejía Pérez Carlos Reinaldo.

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, carrera INGENIERIA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Marcelino Fuertes
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Freire
ASESOR DE TESIS

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Yumi Huebla Diego Manuel

Mejía Pérez Carlos Reinaldo

DEDICATORIA

A Dios por permitirme disfrutar del día a día y así poder realizarme como persona y ahora como profesional, por brindarme la inteligencia, constancia y la paciencia para seguir adelante.

A mis padres por el apoyo brindado, ayudándome con ello a finalizar una etapa más en mi vida, a toda mi familia que me brindaron sus consejos y palabras de ánimo.

Diego

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL y a sus maestros que compartieron sus conocimientos contribuyendo a la formación de un profesional más. También quiero extender mi agradecimiento a la empresa AUPLATEC por abrirnos las puertas brindándonos la oportunidad de desarrollar la tesis y a todo su personal por su colaboración en el desarrollo de la misma.

Y un agradecimiento especial a toda mi familia y a todas las personas que hicieron posible la culminación del presente trabajo

Diego

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico este trabajo a mis padres, a mi esposa Silvia e hijo y a mis hermanos Diego, Andrés y Anita, por ser quienes me impulsan a seguir luchando, preparándome y esforzándome cada día por ser mejor y ser más útil a la sociedad.

Carlos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de compartir estos momentos de emoción, alegría y grandeza, a mis padres por darme la vida y la formación inicial. A mi querida esposa y a mi hijo que son el pilar fundamental de mi vida.

Mi agradecimiento más sincero, leal y fraterno a todos y cada uno de mis maestros que día a día me fueron impartiendo sus valiosos conocimientos.

A todo el personal directivo y administrativo de la Facultad de Mecánica en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por la valiosa colaboración y oportunidad que me han brindado durante estos años para terminar mi carrera y así cumplir este viejo sueño de llegar a ser un profesional.

De manera especial al Ing. Marcelino Fuertes director de tesis, por su desinteresada colaboración y valioso aporte en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Carlos

SUMARIO

El desarrollo del presente trabajo tiene como objetivo aplicar el sistema SMED o cambio rápido y reducción de los tiempos de preparación de matrices en la empresa AUPLATEC. Empleando la metodología propia del SMED, previamente se realiza el análisis del método utilizado para el cambio de matrices y se proponen luego los cambios necesarios para alcanzar el objetivo principal planteado para esta tesis.

Mediante el análisis del método de trabajo en el procedimiento antes utilizado para realizar el cambio de matrices, se puede determinar las condiciones en que desarrolla, y así generar las soluciones que serán necesarias para alcanzar la meta del SMED. El análisis del método de trabajo es realizado por medio del estudio de tiempos, que utilizando la videgrabación proporciona un análisis eficiente y que además permite encontrar las falencias existentes dentro de dicho método de trabajo en las cuales se deberá enfocar los esfuerzos para su solución, también otra técnica de análisis muy útil es la entrevista que permite recopilar información valiosa resultado de la experiencia del operario. Todo lo anterior permite obtener los mejores elementos para solucionar la problemática.

También se idean propuestas que puedan ser adecuadas inmediatamente y con la utilización mínima de recursos tanto económicos como horas/hombre. Recogiendo la información resultante del análisis del método empleado para el cambio de matrices, se proponen diferentes tipos de mejoras como: la modificación de los dispositivos de sujeción de la matriz, reorganización del almacén de matrices, y el empleo de herramientas que permitan realizar el trabajo de forma rápida y práctica.

Luego de realizados los análisis respectivos se proponen soluciones prácticas que al ser aplicadas, permiten desarrollar y cumplir la meta planteada por el sistema SMED; reducir los tiempos en los cambios de matriz.

SUMMARY

The development of the present work deals with applying the SMED system or Rapid Change and Reduction of times of Matrix Preparation at the Enterprise AUPLATEC.

Through the analysis of the procedure previously used to carry out the matrix change, it is possible to determine the condition in which it is developed to generate the necessary solutions to reach the goal of the SMED. The work method analysis is performed through the study of times which using the videorecording provides an efficient analysis and permits to find the existing faults within such a method where the efforts for its solutions should be focused. Another very useful analysis technique is the interview which allows to collect a valuable information from the operator's experience obtaining this way the best elements to solve the problems.

Proposals are figured out to be immediately applied with the minimum use of both economic and hours/man resources. From the analysis information of the method used for the matrix exchange, different improvement types are proposed such as: modification of devices of matrix holding, re-organization of the matrix storage and the tools use permitting a rapid and efficient work.

After having carried out the corresponding analyses practical solutions are proposed which when applied permit to develop and accomplish the stated goal by the SMED system and reduce the times in the matrix change.

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ¿Qué es el sistema SMED?.....	5
2.1.1 ¿Para qué sirve SMED?.....	7
2.1.2 ¿Cómo funciona SMED?.....	8
2.2 El SMED y el LEAN.....	9
2.2.1 Objetivos de “Lean Production”.....	9
2.2.2 Beneficios de Lean Production.....	10
2.2.3 Eliminación de Desperdicios.....	11
2.3 OPERACIONES DEL SMED.....	17
2.3.1 Etapa preliminar: No están diferenciadas las preparaciones interna y externa.....	17
2.3.2 Primera etapa: Separar las tareas internas y externas.....	18
2.3.3 Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas.....	19
2.3.4 Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.....	20
2.4 PARADIGMAS.....	22
2.5 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	25
3. ETAPA PRELIMINAR.....	40
3.1 Diagramas de Proceso.....	40
3.2 Diagramas de Flujo.....	53
3.3 Distribución del puesto de trabajo.....	54
3.4 Estudio de tiempos de trabajo.....	55

3.4.1	Toma de tiempos.....	55
3.4.2	Determinación del tiempo tipo.....	66
3.5	Entrevistar al operario u operarios.....	71
4.	METODOLOGÍA DEL SMED.....	76
4.1	Primera Etapa.....	76
4.2	Segunda Etapa.....	84
4.3	Tercera Etapa.....	91
4.4	Cuarta Etapa.....	101
4.5	Aplicación de las 5 “s”.....	114
5.	APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.....	122
5.1	Diagramas de Procesos Propuestos.....	122
5.2	Diagrama de flujo propuestos.....	128
5.3	Distribución de puesto de trabajo propuesto.....	129
5.4	Capacitación del personal.....	130
5.5	Filmación de cambios aplicados.....	130
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	131
6.1	El Procedimiento de cambio	131
6.1.1	De la instalación sobre la que se actuó	131
6.1.2	De la capacitación del equipo de trabajo en los fundamentos del SMED.....	133
6.1.3	Análisis de la filmación de los cambios.....	133
6.1.4	Análisis de los resultados en al filmación.....	145
6.1.5	Afinación del cambio rápido, convertirlo en procedimiento.....	147
6.1.6	Extender el procedimiento al resto de máquinas del mismo tipo.....	150
7.	COSTO - INVERSIÓN SISTEMA DEL SMED.....	151
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
8.1	Conclusiones.....	155
8.2	Recomendaciones.....	161

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1 Causas y efectos de la falta de mantenimiento.....	15
1.2 Etapas del SMED.....	17
3.3 Resumen del cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.....	45
3.6 Resumen de cambio de Molde JKC211 por AC048.....	52
4.8 Análisis separación de AI/AE.....	83
4.9 Análisis conversión AI/AE.....	90
5.10 Resumen método propuesto 1.....	124
5.13 Resumen método propuesto 4.....	127
6.15 Resumen aplicación SMED grupo 1.....	141
6.16 Resumen de aplicación SMED grupo 2.....	144
8.17 Inversión en la aplicación del SMED.....	151
8.18 Costo del cambio de matriz.....	152

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Representación sistema SMED.....	5
2. Evolución del SMED.....	6
3. Anclaje para sujeción directa del molde.....	91
4. Método del orificio en forma de pera.....	93
5. Arandela en forma de “U”.....	94
6. Método de roscas acanaladas.....	96
7. Método de la ranura en forma de “U”.....	97
8. Método de la brida.....	99
9. Alcance de Brazos.....	129
10. Alturas de Trabajo Ideales.....	129
11. Arburg.....	131
12. Italplasticos.....	132

LISTA DE FOTOGRAFIAS

<u>FOTOGRAFIA</u>	<u>PÁGINA</u>
4.1 Zona de Moldes (Izq.).....	114
4.2 Zona de Moldes (Der.).....	114
4.3 Elaboración de tableros.....	115
4.4 Montaje de Tableros.....	115
4.5 Zona de Moldes Despejada 1.....	115
4.6 Zona de Moldes Despejada 2.....	115
4.7 Zona de Moldes antes de las 5 “S”.....	116
4.8 Remarcado de Moldes.....	116
4.9 Reordenado de Moldes 1.....	116
4.10 Reordenado de Moldes 2.....	116
4.11 Reordenado de Moldes 3.....	116
4.12 Limpieza antes de las 5 “S” 1.....	117
4.13 Limpieza antes de las 5 “S” 2.....	117
4.14 Realizando Limpieza.....	117
4.15 Limpieza después de las 5 “S”.....	118
4.16 Antes de Normalizar Regulación de Altura de Placa.....	119
4.17 Elaboración de Bidas.....	119
4.18 Bidas Normalizadas Regulación de Altura de Placa.....	119
4.19 Antes del SMED.....	120
4.20 Colocación de Letreros.....	121
4.21 Inductor de Disciplina.....	121
6.22 Rusa blanca.....	131
6.23 Cincinnati Milacron.....	132
6.24 Boy 30M.....	132
4.25 Moldes para Rotulación.....	157
4.26 Molde Identificado.....	157
4.27 Modificación de Bidas.....	158
4.28 Bidas Modificadas.....	158

LISTA DE HOJAS ELABORADAS

	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>PÁGINA</u>
Hoja 1	Diagrama de Proceso de Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	41
Hoja 2	Diagrama de Proceso de Cambio de Molde JKC211 por AC048.	45
Hoja 3	Hoja de Registro de Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	56
Hoja 4	Hoja de Registro de Cambio de Molde JKC211 por AC048.	60
Hoja 5	Hoja de Comprobación.	77
Hoja 6	Diagrama de Proceso propuesto de Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	122
Hoja 7	Diagrama de Proceso propuesto de Cambio de Molde JKC211 por AC048.	125
Hoja 8	Hoja de Registro Cambio de molde AC056- JKC022 aplicando SMED.	134
Hoja 9	Hoja de Registro Cambio de molde AC029 por AC023 aplicando SMED.	135
Hoja 10	Diagrama de proceso de Cambio de molde AC056- JKC022 aplicación práctica.	139
Hoja 11	Diagrama de proceso de Cambio de molde AC029 por AC023 aplicación práctica.	142
Hoja 12	Hoja de Procedimiento para Grupo 1.	148
Hoja 13	Hoja de Procedimiento para Grupo 2.	149

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA

SIGNIFICADO

SMED

Single Minute Exchange of Die.

AUPLATEC

Autopartes Plásticas Ecuatorianas.

JIT

Just in Time.

TQM

Total Quality Management

TPM

Total Productive Managment.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Diagramas de Proceso del método de trabajo sin aplicar SMED.
- ANEXO 2:** Diagramas de Flujo - Método Anterior de Trabajo.
- ANEXO 3:** Distribución de Puesto de Trabajo sin aplicar SMED.
- ANEXO 4:** Hojas de registro – Método sin aplicar SMED.
- ANEXO 5:** Separación de las Actividades Internas de las Externas.
- ANEXO 6:** Conversión de Actividades Internas en Actividades Externas.
- ANEXO 7:** Diseños Alternativos de Anclajes.
- ANEXO 8:** Implementación de actividades paralelas.
- ANEXO 9:** Diagramas de Proceso – Método aplicado el sistema SMED.
- ANEXO 10:** Diagramas de Flujo aplicando los fundamentos del SMED.
- ANEXO 11:** Diagramas propuestos aplicando los fundamentos del SMED –
Distribución de puestos de trabajo.
- ANEXO 12:** Diapositivas de Capacitación de Trabajadores.

BIBLIOGRAFIA

Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED.
4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990.

Meyers, Fred E. Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales.
3^{ra} ed. México: Person, 2006.

Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos. 3^{ra} ed.
México: Alfaomega, 1990.

Cub R., Alex R. Aplicación de la Técnica SMED en la Fabricación de Envases
Aerosoles. Barcelona, 2004. (Tesis)

De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un
Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis)

Cuatrecasas, Luis. TPM: hacia la Competitividad a través de la Eficiencia de los
Equipos de Producción. Barcelona: Gestión 2000, 2003.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cub R., Alex R. Aplicación de la Técnica SMED en la Fabricación de Envases Aerosoles. Barcelona, 2004. (Tesis) pp. 37.
- [2] Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED. 4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990. pp. 11, 12.
- [3] Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED. 4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990. pp. 13-21.
- [4] De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis) pp. 17.
- [5] De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis) pp. 18.
- [6] De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis) pp. 18.
- [7] De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis) pp. 21.
- [8] De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis) pp. 26.
- [9] De Obregoso Aspillaga, Miguel Ignacio. Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean. Santiago, 2005. (Tesis) pp. 29.
- [10] Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED. 4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990. pp. 30.
- [11] Cuatrecasas, Luis. TPM: hacia la Competitividad a través de la Eficiencia de los Equipos de Producción. Barcelona: Gestión 2000, 2003. pp. 15-19.
- [12] Meyers, Fred E. Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. 3^{ra} ed. México: Person, 2006. pp. 50-54, 66-74.
- [13] Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos. 3^{ra} ed. México: Alfaomega, 1990. pp. 307-327.
- [14] Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos. 3^{ra} ed. México: Alfaomega, 1990. pp. 335-347.
- [15] Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED. 4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990. pp. 36.
- [16] Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED. 4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990. pp. 59-72.

- [17] Shingo, Shigeo. Una Revolución en la Producción: el sistema SMED. 4^{ta} ed. Madrid: Productivity, 1990. pp. 56.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.

En la actualidad la demanda y condiciones en las que se desarrolla la empresa ecuatoriana se han diversificado lo que conlleva algunas desventajas frente a competidores nacionales e internacionales con el capital suficiente para invertir en tecnología que logra el abaratamiento del precio final del producto terminado, permitiendo, ofertar además, un mayor stock de productos y tamaños de lotes de producción.

Entonces se podría pensar que para la mediana empresa hacer frente a la competencia resulta caro y complejo. Es ahí donde interviene el INGENIERO INDUSTRIAL que haciendo uso de su conocimiento toma los recursos ya disponibles y una mínima inversión, propone, y luego ejecuta soluciones que elevan la productividad de la empresa consiguiendo colocarla a la par de su competidores. En el caso de AUPLATEC (Autopartes Plásticas Ecuatorianas) la diversificación de productos ha sido clave para su presencia en el mercado, sin embargo la gran cantidad de moldes para fabricar partes plásticas y su demora al ser remplazados, la conducen a la sobreproducción saturando sus almacenes con el consiguiente aumento en el precio de sus productos e incluso su desperdicio.

Con todo lo anteriormente expuesto se ha visto la necesidad de aplicar el sistema SMED (Single Minute Exchange Die) dentro de la empresa AUPLATEC (Autopartes Plásticas Ecuatorianas). El SMED es desarrollado para reducir los tiempos de preparación de máquinas y matrices, fue creado con el objetivo de lograr la producción JIT (Justo a Tiempo).

El Ingeniero japonés Shigeo Shingo observó la gran cantidad de tiempo que se requería para reemplazar cierto tipo de moldes al momento de cambiar de modelo en una línea de ensamblaje en TOYOTA.

Esa enorme parada provocaba tiempos muertos, esperas innecesarias, y todo esto lógicamente ingentes cantidades de dinero, ahora, esta situación va en contra de la filosofía JIT que recomienda aumentar la calidad de los productos y la flexibilidad de las líneas de producción.

1.2 Justificación

La adaptación a la cambiante dinámica de la demanda y el mercado permite, a una empresa sobrevivir y sobresalir para continuar vigente brindando sus servicios afectando esto positivamente a si misma, a sus empleados y la sociedad. Por lo tanto se hace apremiante un estudio y solución para elevar su competitividad y productividad.

La necesidad del SMED (Cambio rápido de matrices) surge cuando el mercado demanda mayor variedad de productos y lotes de producción menores.

Entonces para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio de matrices o se sigue fabricando lotes de producción grandes, incrementando el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente aumento en los costos de operación de la empresa.

Considerando lo antes anotado el INGENIERO INDUSTRIAL está en la capacidad de aplicar e implementar el sistema SMED en la empresa AUPLATEC haciendo que la empresa sea mas productiva; incrementando no solo las utilidades sino también su presencia dentro del mercado, atendiendo a un mayor número de clientes con necesidades diferentes. El cambio rápido de moldes significa ampliar la gama de productos y sus tamaños de lote de producción.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

“Aplicar el sistema SMED o cambio rápido y reducción de los tiempos de preparación de matrices en la empresa AUPLATEC”.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Dar a conocer el sistema SMED en la empresa AUPLATEC.
- Realizar el análisis del método actual de cambio de modelo en la empresa.
- Aplicar el sistema SMED.
- Analizar los resultados de la aplicación del SMED.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ¿Qué es el sistema SMED? ¹

SMED (*Single Minute Exchange of Die*) es una técnica desarrollada para acortar los tiempos de cambios de herramental o utillaje en las máquinas durante la fabricación de productos de especificación distinta en una misma línea de producción; esto se logra mediante la simplificación de las actividades realizadas durante los cambios, involucrando al factor humano para trabajar de una manera más inteligente con el menor esfuerzo posible. Aunque dichos tiempos no necesariamente son acortados a diez minutos, se logra una reducción significativa.

Justo a Tiempo, es una filosofía industrial que considera la eliminación o reducción de todo lo que implique desperdicio en actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la producción (actividades de oficina). Es una filosofía de producción que se orienta a la demanda: “se produce lo que el cliente realmente quiere”.

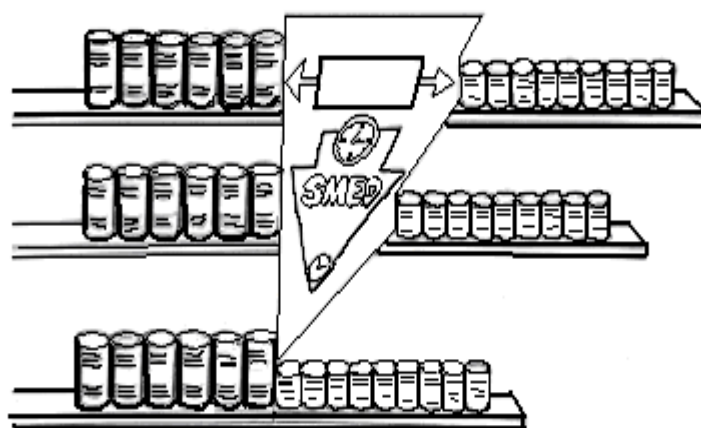


Fig. 1 Representación sistema SMED.

¹ Alex R. Cub C. Aplicación de la Técnica SMED en la Fabricación de Envases Aerosoles. Pág. 37.

El creador del SMED fue un Ingeniero Mecánico llamado Shigeo Shingo. Este método fue desarrollado a lo largo de 19 años; en el año 1969 redujo drásticamente el tiempo de cambio en una prensa de 1000 Ton. en Toyota Motors Company (Japón).

Aunque conocido fuera del Japón alrededor de 1975, no fue aceptado de manera generalizada hasta 1980. Consta de cuatro pasos básicos y sencillos:

- Paso 1: Observar y medir.
- Paso 2: Separar actividades internas y externas.
- Paso 3: Convertir actividades internas a externas.
- Paso 4: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas.

Para desarrollar mejores métodos, el analista debe investigar la preparación y el herramental según las tres formas siguientes: (1) reducir tiempo de preparación mediante una mejor planeación y control de la producción; (2) diseñar o rediseñar el herramental para utilizar la máquina a su máxima capacidad; (3) introducir herramientas más eficientes”.

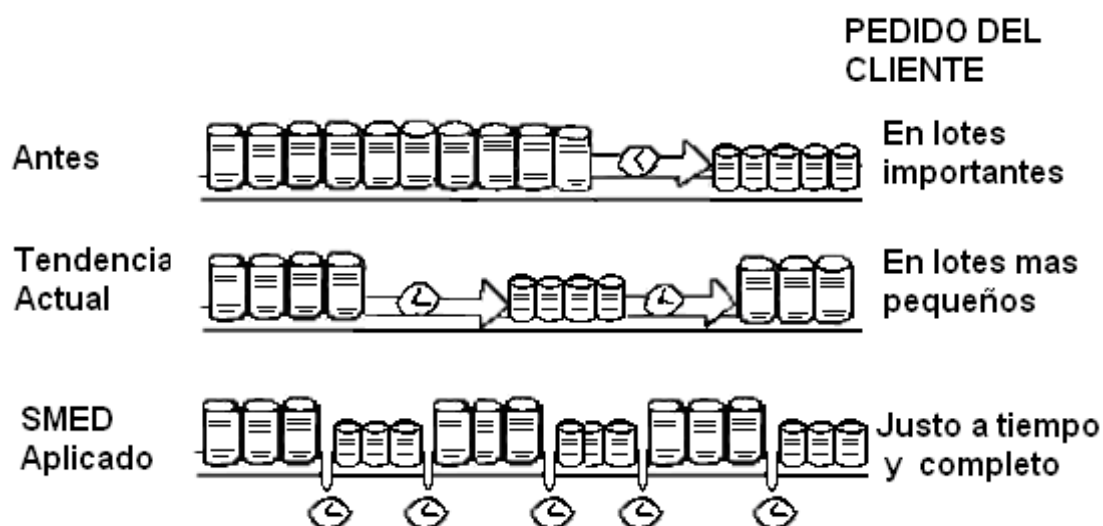


Fig. 2 Evolución del SMED

2.1.1 ¿Para que sirve SMED? ²

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas, también llamado utillaje, necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo
- Reducir el tamaño del inventario
- Reducir el tamaño de los lotes de producción
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en la reducción del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que, no solo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks (inventarios) innecesarios, no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros, habitualmente de la siguiente forma:

- Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- Las cuchillas, moldes, matrices, etc.; no están en condiciones de funcionamiento.
- Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

² Shigeo Shingo, Una revolución en la producción: el Sistema SMED. Pág. 11-12.

2.1.2 ¿Cómo funciona SMED?³

Para entender la importancia de esta técnica con un ejemplo sencillo podemos plantearnos que, en nuestro propio caso y como conductores de nuestro auto, cambiar una rueda en 15 minutos es aceptable, sin embargo a los preparadores de Fórmula 1, la elevada competencia y la continua pugna por el ahorro de tiempos ha llevado a hacer ese cambio en 7 segundos.

Como caso genérico partiremos de la base de que, con esta técnica puede reducirse el tiempo de cambio un 50% sin inversiones importantes.

Para ello el Ingeniero Japonés Shigeo Shingo descubrió en 1950, que había dos tipos de operaciones a estudiar:

- **Operaciones Internas:** Aquellas que deben realizarse con la máquina parada, como montar o desmontar dados.
- **Operaciones Externas:** Pueden realizarse con la máquina en marcha, como transportar los dados usados al almacén o llevar los nuevos hasta la máquina.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y buscar la manera de convertir operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas.

Lo que se busca al estandarizar las operaciones es, que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

³ Shigeo Shingo, Una revolución en la producción: el Sistema SMED. Pág. 13-21.

2.2 El SMED y el LEAN.⁴

Hablar de Lean Production es hablar de cómo hacer más con menos: menos tiempo, inventario, espacio de trabajo, mano de obra y finalmente dinero.

Lean Production comenzó en un afán de mejoramiento y de obtener lo mejor de lo que era la producción JIT (Just in Time) y el TQM (Total Quality Management). JIT esta orientada a la búsqueda y eliminación de fuentes de pérdidas, mientras que TQM se basa en la búsqueda de las necesidades del cliente para satisfacerlas.

“JIT enfoca a la organización en identificar y remover constantemente fuentes de desperdicio, para que de esta manera los procesos estén mejorando continuamente.

TQM enfoca a la organización en conocer lo que necesitan y quieren los clientes, y en ser capaz de satisfacer lo que necesitan y quieren”.

2.2.1 Objetivos de “Lean Production”⁵

Los principales objetivos de Lean Production es poder implantar dentro de la empresa una filosofía de Mejora Continua que permita reducir sus costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios, de manera de poder aumentar consistentemente la satisfacción del cliente y mantener un margen de utilidad.

Lean Production proporciona a las empresas las herramientas necesarias para competir en un mercado global que exige altas tasas de calidad y eficiencia.

Más específicamente Lean Production pretende:

⁴⁻⁵ DE ORBEGOSO ASPILLAGA MIGUEL IGNACIO: Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un apronte desde la filosofía LEAN Pág. 17-18

- Reducir los desperdicios considerablemente.
- Reducir el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crear sistemas de producción más robustos.
- Crear sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejorar las distribuciones de las plantas para aumentar la flexibilidad.
- Mejoras en costos de personal y aprovechamiento adecuado de recursos.
- Aumentar la productividad.

2.2.2 Beneficios de Lean Production. ⁶

La implementación de Lean Production en la empresa trae muchos beneficios. Se debe establecer, eso si, que este es un proceso de implementación y mejoramiento continuo, por lo cual siempre se esta en estado de mejora. Entre los beneficios más importantes encontramos:

- Reducción en los costos de producción
- Reducción de inventarios
- Menor mano de obra
- Mayor eficiencia en los equipos
- Mayor flexibilidad para reaccionar ante cambios.
- Eliminación sistémica de los desperdicios.
- Mejora la competitividad de las empresas al permitir flexibilizar las líneas de producción.
- Atender a un mayor número de clientes al permitir producir lotes más pequeños.

⁶ **DE ORBEGOSO ASPILLAGA MIGUEL IGNACIO:** Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un aporte desde la filosofía LEAN Pág. 18.

2.2.3 Eliminación de Desperdicios ⁷

Se define como desperdicio todo elemento o actividad participante del proceso productivo que no agrega valor al producto. Desperdicio es todo fuera del mínimo necesario de materiales, equipamiento, partes, espacio y tiempo para el proceso.

Taiichi Ohno de Toyota define varios tipos de desperdicios y los principales son:

- Desperdicios por transporte.
- Desperdicios por sobreproducción.
- Desperdicios por tiempos de espera.
- Desperdicios del proceso.

Desperdicios por Transporte

Cuando el movimiento dentro de una planta productiva es excesivo muchos problemas pueden aflorar. Este movimiento, ya sea de materiales, partes o personas es costoso y consume tiempo que no entrega valor. Para minimizar este tipo de problema de distancias y tiempos de transporte existen dos variables importantes: la distribución dentro de la planta y la secuencia de operaciones que siguen los productos. La idea es que las distancias que tengan que recorrer los productos a medida que son procesados sean cortas y en secuencia de manera de que haya un flujo.

Desperdicios por Sobreproducción

De esta manera siempre hay disponibilidad de productos, y se puede suavizar el efecto de una demanda cambiante.

⁷ **DE ORBEGOSO ASPILLAGA: MIGUEL IGNACIO** Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un aporte desde la filosofía LEAN Pag.. 21

Es práctica común creer que es una manera correcta de trabajo pero en realidad este es un tipo de desperdicio que no calza con los principios generales de la filosofía Lean: “lo que se necesita, cuando se necesita”.

Lo que ocurre con este tipo de práctica es que más luego que tarde, los productos colmarán los inventarios y depósitos, sin ser vendidos. Esto puede llevar a la compañía a parar definitivamente (no se puede seguir produciendo a ritmo constante cuando no hay demanda) o en un mal caso terminar vendiendo todo el stock existente a precios reducidos con el fin de recuperar el dinero que se esta inmovilizando en inventarios.

Desperdicios por Tiempos de Espera

Este tipo de desperdicio se produce en todos los momentos en que se esta esperando por hacer algo. Puede ser la espera a que llegue una orden de producción, llegada de materia prima y retiro de productos terminados entre otros.

Existen jefes de operaciones que piensan que es mejor tener las máquinas trabajando que tener trabajadores o máquinas paradas esperando, aún cuando el primer desperdicio (sobreproducción) es más dañino que el segundo.

Desperdicios del Proceso

Este tipo de desperdicio esta determinado por procesos mal diseñados, que tienen pasos redundantes, innecesarios y a veces ocupando más recursos de los necesarios. Este tipo de problemas también se producen cuando se ha utilizado un mismo sistema de procesamiento durante mucho tiempo y nadie esta dispuesto a cambiar el diseño del proceso, porque aún así las cosas funcionan. Nadie se cuestiona eso sí, si las cosas pudieran funcionar mejor.

Reducción del Tamaño del Lote.⁸

El lote es una cantidad finita de elementos que son procesados como un conjunto. Por lo general son un número constante de elementos que a lo largo de una línea productiva pueden ser comprados, procesados, transportados, vendidos y almacenados, entre otros y la determinación de su tamaño óptimo es muy importante.

- Tiempo de entrega

Al trabajar con lotes de menor tamaño, el tiempo de proceso de cada lote en cada subproceso es menor, y de esta manera los lotes llegan al final del proceso productivo en menor tiempo. El menor tiempo que se demoran los lotes en un subproceso hacen que estos lleguen antes al siguiente, y así mejorar el tiempo de entrega.

- Costos de mantenimiento y almacenaje.

La disminución del tiempo de entrega hace que disminuyan los costos de mantenimiento y almacenaje. Al reducir el inventario se reducen también las complicaciones asociadas al manejo de éste, como lo son el conteo de productos, aumenta la visibilidad y se libera espacio en la planta.

- Costos de preparación de las máquinas.

Al reducir el tamaño de los lotes nos veremos enfrentados al problema de que aumentará el número de preparaciones de las máquinas, si cambiamos de tipo de producto entre lote y lote, o el número de veces que llevamos materia prima a la máquina para procesarla.

⁸ **DE ORBEGOSO ASPILLAGA MIGUEL IGNACIO:** Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un apronte desde la filosofía LEAN Pág. 26.

Este aumento implicará un aumento en los costos asociados a las preparaciones de las máquinas y al transporte de materias primas hasta ellas. Por esto nos debemos dar cuenta de la importancia que tiene la reducción de los costos de preparación para así minimizar los problemas en conjunto.

- Calidad

La calidad en los productos se beneficia por la reducción de lotes de producción. Los defectos son descubiertos una vez que el lote ha sido completado y es revisado para despacharlo. Al tener lotes mayores, la revisión se demora más en realizar, y se hace entre períodos de tiempo más largos, lo cual no permite descubrir los defectos con prontitud para solucionar el problema.

- Flexibilidad

Ante pedidos especiales o mucha demanda solo basta con modificar la producción, ya que como vimos no debería resultar tan problemático. Con lotes grandes, la manera de responder a aumentos en la demanda o pedidos especiales de última hora sería con trabajo en horas extras, que son costosas para la empresa. Por otro lado, cuando hay poca demanda por los productos es bueno que la empresa pueda flexibilizarse y producir solamente lo que se esta demandando y en pocas la reparación de los equipo solamente cuando éstos fallan no sólo es de mala calidad, sino que afecta el futuro productivo de los equipos, debido a que no se diagnostica que tipo de problema, no se hace nada para que no vuelva a suceder, ni se establece un plan general para solucionarlo por completo. Lo único que interesa en éste caso es que la máquina dañada siga funcionando a la brevedad, sin cuestionarse que fue lo que paso realmente. Más bien, las empresas le prestaban tan poca atención al mantenimiento de los equipos que muchas veces el departamento de mantenimiento era mal visto, tenia pocos recursos y pocos operarios.

Mantenimiento de la Maquinaria y Equipos.⁹

El pensamiento en el cual se relaciona el mantenimiento con la eficiencia global de la empresa no fue considerado sino hasta hace poco.

En las últimas décadas el mantenimiento no solamente ha sido visto como una actividad que no agrega valor real al producto final, sino que se ha considerado una actividad poco relevante, de baja calidad técnica y a la cual no vale la pena asignar recursos permanentes, sino que más bien recursos esporádicos, siempre y cuando se necesiten.

A este tipo de prácticas se le conoce como “*breakdown repair*” o reparación cuando la máquina falla. La reparación de los equipos solamente cuando éstos fallan no sólo es de mala calidad, sino que afecta el futuro productivo de los equipos.

Algunas de las consecuencias de los problemas en los equipos se ven en la tabla siguiente:

Tabla 1 Causas y efectos de la falta de mantenimiento.

Problemas en las Máquinas	Problemas efectos Inmediatos	Costos/Consecuencias
Mal Funcionamiento	Deterioro Ineficiencia Variabilidad en los productos obtenidos	Se acorta la vida útil de los equipos Altos costos de reparación Mala calidad, desechos y retrabajo
Falla y detección de la máquina	Riesgo por falta de seguridad Trabajadores desocupados Maquinaria desocupada	Accidentes laborales Aumento de inventario Altos costos de producción Retrasos en la producción

⁹ DE ORBEGOSO ASPILLAGA MIGUEL IGNACIO: Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un apronte desde la filosofía LEAN Pág. 29

Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Productivo Total.

Mantenimiento Preventivo:

El Mantenimiento Preventivo esta orientado a entender el por que de las fallas, y encontrar las mejoras pertinentes de manera de ir minimizando su ocurrencia a lo largo del tiempo. El Mantenimiento Preventivo se enfoca principalmente en algunas áreas claves para funcionar:

- Condiciones Operativas
- Requerimientos de los Equipos
- Mantener el Orden y Limpieza en los Equipos y Ambiente de Trabajo.
- Supervisión Diaria
- Programación de Mantenimiento Preventivo
- Manejo de Información
- Mantenimiento Predictivo
- Rol de los Operarios

Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total es más que un sistema o programa de mantenimiento. Es un compromiso de parte de todos los involucrados en la empresa, administrativos y operario, por involucrarse en el mantenimiento y mejora de los equipos.

Además de incluir la participación de los operarios en las labores de mantenimiento, el TPM se preocupa también de incentivar un pensamiento orientado al correcto funcionamiento de los equipos de una empresa.

2.3 OPERACIONES DEL SMED.¹⁰

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

Tabla 2 Etapas del SMED.

<u>ETAPAS</u>	<u>ACTUACION</u>
Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
Primera Etapa	Separar tareas internas y externas
Segunda Etapa	Convertir tareas internas en externas
Tercera Etapa	Eliminar o disminuir el proceso de ajuste
Cuarta Etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas. Aplicar las 5 “S”.

2.3.1 Etapa preliminar: No están diferenciadas las preparaciones interna y externa.

Lo que no se conoce no se puede mejorar, por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
 - Análisis con cronómetro.
 - Entrevistas con operarios (y con el preparador).
 - Grabar en vídeo.
 - Tomar fotografías.

En las operaciones de preparación tradicionales, se confunde la preparación interna de la externa y lo que puede realizarse externamente se hace internamente, permaneciendo, como consecuencia, las máquinas paradas, durante grandes periodos de tiempo.

¹⁰ Shigeo Shingo, Una revolución en la producción: El sistema SMED pag. 30

Al planificar como llevar a la práctica el sistema SMED, se deben estudiar en detalle las condiciones reales de la fábrica.

Una vía segura de estudio la constituyen las entrevistas a los trabajadores de la fábrica. Un método aún mejor lo constituye la grabación de video de la operación completa.

2.3.2 Primera etapa: Separar las tareas internas y externas.

En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa. Todo el mundo está de acuerdo en que la preparación de piezas, el mantenimiento de los útiles, herramientas y operaciones análogas no se deben hacer mientras la máquina esté parada. Sin embargo, sorprendentemente, esto ocurre constantemente. Si hacemos un esfuerzo científico para tratar la mayor parte posible de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna realizada mientras la máquina no funciona se reducirá entre un 30 y 50%.

El dominar la distinción entre preparación interna y extensa es el pasaporte para alcanzar el SMED.

2.3.3 Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas.

La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc., fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Pre-reglaje de herramientas.
- Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el proceso de acuerdo a las especificaciones.

Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

La segunda etapa comprende dos conceptos principales:

- Reevaluación de operaciones para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

Como ejemplos podemos citar el precalentado de elementos que anteriormente se calentaban dentro del proceso de preparación, y la conversión del centrado en un procedimiento externo al realizarlo antes de comenzar la producción.

Algunas operaciones que ahora se llevan a cabo como preparación interna pueden a menudo ser convertidas en externas al examinar su verdadera función. Es extremadamente importante adoptar nuevos puntos de vista que no estén influenciados por viejas costumbres.

2.3.4 Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- Implementación de operaciones en paralelo:

Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad.

- Utilización de anclajes funcionales.

Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al siguiente esquema iterativo de trabajo:

1. Elegir la instalación sobre la que va actuar.
2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección, otros).
3. Analizar el modo actual de cambio de utillaje. Filmar un cambio.
4. Reunión del equipo de trabajo para analizar en detalle el cambio actual.
5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio.
6. Definir un nuevo modo de cambio.
7. Probar y filmar el nuevo modo de cambio.
8. Afinar la definición del cambio rápido, convertir en procedimiento.
9. Extender al resto de máquinas del mismo tipo.

Aunque el nivel de los 10 minutos se puede alcanzar algunas veces simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así en la mayoría de casos. Esta es la razón por la cual debemos concentrar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones interna y externa. Consecuentemente, la tercera etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental. Los ejemplos que a continuación se citan sirven para mostrar lo que es posible conseguir tras la aplicación de las tres etapas.

- En Toyota Motor Company, el tiempo de preparación interna de una máquina de hacer tornillos, que antes era de ocho horas, se redujo hasta cincuenta y ocho segundos.

2.4 PARADIGMAS ¹¹

- Patrón o modelo que nos impide entender y aceptar nuevas ideas.
- Resistencia al cambio.

La pregunta del cambio paradigmático: ¿Qué es aquello imposible de hacer (en su negocio, campo, disciplina, departamento, etc.), pero que si pudiera hacerse lo cambiaría?

La pregunta no es si deseamos o no cambiar, sino más bien: ¿A que velocidad debemos cambiar?

- Sentido de urgencia para poder sobrevivir.
- Debemos cambiar nuestra forma de pensar y actuar para poder trabajar con el nuevo enfoque del mantenimiento.

- **Paradigma Anterior de Producción.**

Yo opero, Tú arreglas, Tú Controlas.

- **Nuevo Paradigma de Producción.**

Yo opero, Yo arreglo, Yo me preocupo de la producción, el mantenimiento y la calidad.

La meta de esta nueva máxima es la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa.

¹¹ Luís Cuatrecasas, TPM: Hacia la Competitividad a través de la Eficiencia de los Equipos de Producción. Pag. 15-19.

El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones *cero averías y cero defectos*, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que la máxima promueve la producción libre de defectos, la producción “justo a tiempo” y la automatización controlada de las operaciones.

- **Paradigma Anterior de Producción.**

Yo trabajo solo no necesito la ayuda de nadie.

- **Nuevo Paradigma de Producción.**

Yo trabajo en equipo.

Esta máxima enseña no solo al personal del departamento de mantenimiento sino en general a la empresa que todos necesitamos la ayuda de todos para el desarrollo de programas tanto de mantenimiento y producción. Se ha tomado como ejemplo los departamentos de mantenimiento y producción por ser estos los que habitualmente presentan conflictos entre si, y es común escuchar “sin la sección de producción la empresa no existe” (Departamento de Producción) y también “el departamento de mantenimiento es el más importante por que sin el, las máquinas no funcionarían correctamente y no se podría producir nada” (Departamento de Mantenimiento).

Es habitual pensar que la persona o departamento de mantenimiento se puede encargar de la implantación del mantenimiento eficiente de la planta por si sola, sin embargo este pensamiento puede acarrear muchas deficiencias ya que sin la información que nos puede proporcionar el encargado de la producción que esta directamente interactuando con el equipo no se podría saber a ciencia cierta que es lo que esta pasando con dicho equipo, que fallas, presenta cuando esta en operación, con carga, temperaturas excesivas, ruidos extraños y su origen etc., todos estos datos aunque no muy precisos ayudan a tener un diagnóstico de la posible falla.

También al tratar de implantar un programa de mantenimiento, este, debe ser coordinado con el departamento de producción para no interferir con la producción así tenemos planificado cuando se hará mantenimiento sin detener la producción, minimizando al máximo el tiempo que este llevaría.

- **Paradigma Anterior de Producción.**

Los equipos solo son responsabilidad de mantenimiento, mi responsabilidad es producir.

- **Nuevo Paradigma de Producción.**

Un Programa de Mantenimiento sólo puede ser exitoso y perdurable si es desarrollado por “Mantenimiento” y “Usuarios de los activos”, trabajando juntos.

En muchas organizaciones, constituye un desafío difícil: la línea divisoria a veces casi impenetrable entre los dominios de “Mantenimiento” y los de “Producción”.

Como se dijo en la primera máxima, MANTENIMIENTO trata de asegurar que los activos continúen funcionando de acuerdo con los parámetros de funcionamiento requeridos por los USUARIOS. En casi todos los casos, los “usuarios” son las personas de Producción u Operaciones. Quiere decir que la formulación moderna de estrategias de mantenimiento comienza preguntando a los usuarios “qué es lo que quieren”, visando establecer programas de manejo de activos cuyo único objetivo es asegurar que los “usuarios” obtengan lo que quieren. Evidentemente, para que esto ocurra, los usuarios deben estar dispuestos a especificar claramente qué es lo que requieren. (Si no quieren molestarse en especificar con suficiente precisión “qué es lo que requieren que cada activo realice”, no podrán hacer responsable a “Mantenimiento” por no asegurar el cumplimiento de tales requisitos).

En este punto, tanto los usuarios como mantenimiento también deben verificar que el activo sea CAPAZ de cumplir con los requerimientos.

- **Paradigma Anterior de Producción.**

Que trabajen los jefes para eso les pagan, yo solo hago lo que me obligan hacer.

- **Nuevo Paradigma de Producción.**

Todos tenemos que trabajar y hacer el mejor esfuerzo para que la empresa logre sus objetivos y permanezca en el negocio.

Los planificadores que establecían los programas de mantenimiento y producción, habitualmente no estaban en contacto con las máquinas y usuarios. Esto hacía que en la gran mayoría de los casos, los programas establecidos eran genéricos.

Las personas en el campo de acción (supervisores y operarios) contemplaban los programas como papelería burocrática poco bienvenida.

2.5 ESTUDIO DE TIEMPOS.¹²

Introducción.

En la actualidad, el estudio de tiempos con cronometro es el método de medida del trabajo que se emplea con mayor frecuencia. No obstante, se puede establecer tiempos a partir de datos calculados por ejemplo el mecanizado de piezas, datos, suministradas por tablas ya elaboradas con anterioridad, especialmente se emplean estas cuando se inicia un nuevo proyecto y se desea obtener una referencia inicial para estudios posteriores.

¹² Fred E. Meyers-Matthew P. Stephens, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Pág. 50-54,66-74.

Se utiliza este estudio para determinar el tiempo requerido por una persona calificada, trabajando a una marcha normal, para realizar un trabajo específico. Hay que observar que mientras el estudio de métodos es en gran parte análisis, el estudio de tiempos entraña mediciones. El estudio de tiempos se utiliza para medir el trabajo y su resultado es el tiempo en minutos que una persona adecuada a la tarea, e instruida en el método específico, para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal. A esto se le llama tiempo tipo de la operación.

Definición

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada.

Alcance

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

Usos del estudio de tiempos.

1. Determinar programas y planificar el trabajo.
2. Determinar costes tipo y ayudar a la preparación de presupuestos.
3. Estimar costes de un producto previamente a su fabricación. Esta información es valiosa para la preparación de ofertas y para la determinación de precios de venta.
4. Determinar la eficacia de las máquinas, número de estas que puede manejar una persona; número de personas necesarias en un grupo o cuadrilla y para ayudar a equilibrar las líneas de montaje y el trabajo realizado en transportador.
5. Determinar tiempos tipo que se han de utilizar como base para la aplicación de un sistema de primas por rendimiento a la mano de obra directa.
6. Determinar tiempos tipo que se han de utilizar como base para el pago de la mano de obra indirecta, como transportistas e instaladores.
7. Determinar tiempos tipo, que servirán de base de control de coste de mano de obra.

Preparación para el Estudio de tiempos.

Selección de la operación. Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que se persigue con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- a. El orden de las operaciones según se presentan en el proceso
- b. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación.
- c. Según necesidades específicas.

Selección del operador. Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos: Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.

Actitud frente al trabajador.

- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

Ejecución del estudio de tiempos

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos.

La información se puede agrupar como sigue:

- Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina
- Información que permita identificar al operario
- Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- I. Objeto de la operación
- II. Preparación de herramientas y patrones
- III. Condiciones de trabajo
- IV. Distribución de máquinas y equipos
- V. Principios de economía de movimientos.

I. Objeto de la operación. Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

II. Preparación de herramientas y patrones. La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades.

En trabajos de alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.

III. Condiciones de trabajo. Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario.

Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.

IV. Distribución de maquinaria y equipo. Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.

V. Principios de economía de movimientos. Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes. Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos.

REQUERIMIENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS¹³.

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de realizar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de el se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas.

¹³ Niebel, INGENIERIA INDUSTRIAL: Métodos, Tiempos y Movimientos, Pág. 307-327.

Los analistas deben comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiara el trabajo. Cada parte puede hacer planes específicos y tomar las medidas necesarias para realizar un estudio coordinado y adecuado. El operario debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etc., cumplen con prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos. También ha de investigar la cantidad de material disponible para que no ocurran faltantes durante el estudio. Si dispone de varios operarios para el estudio, debe determinar quién tendrá los resultados más satisfactorios. El representante del sindicato se asegura que solo se elijan operarios capacitados, competentes, debe explicarles por qué se realiza el estudio y responder cualquier pregunta pertinente que surja de los operarios.

Equipo utilizado

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos una calculadora de bolsillo. También puede ser útil un equipo de video grabación.

Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. Respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.

ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONOMETRO

Definición

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización

1. Preparación

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

2. Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

3. Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

4. Suplementos

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

5. Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar

Cronómetro

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: 1) el cronómetro tradicional con decimos de minuto (0.01 min) y 2) el cronómetro electrónico mucho

mas practico. El cronometro decimal, tiene 100 divisiones en la cara, y cada división es igual a 0.01 min., es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. Los cronómetros electrónicos proporcionan una resolución de 0.001 segundos y una exactitud de $\pm 0.002 \%$. Permiten tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido. Entonces, proporcionan tanto tiempos continuos como regresos a cero, sin las desventajas de los cronómetros mecánicos.

Cámaras de videograbación.

Las cámaras de videograbación son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar película de la operación y después estudiarla un cuadro a la vez, el analista puede registrar los detalles exactos del método usado y después asignarle valores de tiempos normales. También puede establecer estándares proyectando una cinta a la misma velocidad que la grabación y calificar el desempeño del operario. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el videocasete es una manera justa y precisa de calificar el desempeño. Además, las mejoras potenciales de los métodos pocas veces se detectan con el procedimiento del cronómetro puede surgir con la cámara. Las videograbaciones también son excelentes para la capacitación de los analistas de tiempos, pues se pueden repetir las secciones hasta que adquieran habilidad suficiente.

ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS¹⁴.

El analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio.

¹⁴ Niebel, INGENIERIA INDUSTRIAL: Métodos, Tiempos y Movimientos, Pág. 335-347.

Elección del operario.

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se quiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va observar. En general, un operario tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará el estudio más satisfactorio que uno que menos calificado o que el que tiene habilidades superiores. El trabajador promedio, por lo común, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de ese operario tenderá a estar en el rango normal, le facilita al analista de estudio de tiempos a aplicar un factor desempeño correcto.

El enfoque del analista para seleccionar a un operario puede determinar el grado de cooperación recibida. Debe acercarse a este de manera amistosa y demostrar que entiende la operación que va a estudiar. El operario debe tener la oportunidad de hacer preguntas sobre las técnicas de toma de tiempos, el método de calificaciones y la aplicación de suplementos. En algunas situaciones, el operario nunca ha sido estudiado antes. Todas las preguntas deben recibir, con toda paciencia, una respuesta franca. Debe animársele a hacer sugerencias, y cuando lo haga, el analista debe recibirlas con interés para demostrar respeto por las habilidades y conocimientos del operario. El analista debe mostrar interés en el trabajo del empleado y, en todo momento, ser justo y directo con él. Este enfoque gana la confianza del trabajador en la capacidad del analista. El respeto y la buena voluntad que obtiene no solo ayudarán a establecer un estándar justo, también facilitará cualesquiera asignaciones de trabajo futuras en la planta de producción.

Posición del observador.

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se

pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras esté realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

División de la operación en elementos.

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el tiempo de ciclo es mayor a 30 minutos, pueden escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Si es posible, es mejor que determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio. Estos deben separarse en divisiones tan finas como sea posible, pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales de alrededor de 0.04 minutos se aproximan a lo mínimo que puede leer de manera consistente un analista experimentado de estudio de tiempos. Sin embargo, si los elementos anteriores y posteriores son relativamente largos, es posible tomar el tiempo de un elemento con una duración de 0.02 minutos.

Para identificar los puntos terminales y desarrollar consistencia en las lecturas del cronómetro de un ciclo siguiente, se toman en cuenta los sonidos y lo que se ve al desglosar los elementos. Cada elemento se registra en la secuencia adecuada, se incluye una división básica de la tarea terminada mediante un sonido distintivo o un movimiento. Por ejemplo, “subir la pieza a la mordaza manual y apretar” incluye las siguientes divisiones básicas: alcanzar la pieza, tomar la pieza, mover la pieza, posicionar la pieza, alcanzar la llave de la mordaza, tomar la llave, mover la llave, posicionar la llave, girar la llave y soltar la llave de la mordaza.

El punto de terminación de este elemento sería soltar la llave de la mordaza en la cabeza del torno, con el sonido correspondiente como evidencia. Con frecuencia, distintos analistas de estudios de tiempos en una compañía adoptan una división del elemento estándar dadas las clases de instalaciones, para asegurar

uniformidad al establecer los puntos de división. Por ejemplo, todos los trabajos en taladros de mesa con husillo se pueden dividir en elementos estándar y todos los trabajos en tornos están compuestos por una serie de elementos predeterminados. Tener elementos estándar como base para la división de la operación es en especial importante al establecer los datos de estándar.

Quizá algunas sugerencias adicionales ayuden a desglosar los elementos:

1. Mantener separados los elementos manuales y los de máquina, ya que las calificaciones afectan menos a las máquinas.
2. Separar los elementos constantes (aquellos para los que el tiempo no varía dentro de un intervalo especificando de trabajo) y los elementos variables (aquellos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo de trabajo especificado).
3. Cuando se repite un elemento, no se incluye otra vez la descripción. En el espacio proporcionado para esto se pone el número de identificación que se uso al ocurrir por primera vez ese elemento.

División de la operación en elementos.

- Es necesario dividir la operación en elementos claramente definidos y susceptibles de ser cronometrados y anotarlos en la secuencia en la que estos se van produciendo.
- Deberán separarse los tiempos de manipulación de las de máquina.
- Deberán separarse los elementos constantes de los variables.

Toma y registro de datos.

Los tres métodos más comúnmente utilizados para leer un cronometro son:

1. Lectura continua.
2. Lectura repetitiva.
3. Lectura acumulativa.

Lectura continua.

En el método continuo de cronometraje, el observador pone en marcha el reloj a principio del primer elemento y lo deja funcionar continuamente durante el periodo de estudio. Las lecturas del reloj (L) se anotan en la hoja de observación al final de cada elemento, a continuación del nombre o símbolo. Luego de estas lecturas (L) se la vuelve a realizar nuevamente de igual manera y se los anota en la segunda columna y así sucesivamente hasta tener un número suficientes de registros; una vez realizado esto se van restando los tiempos de lectura (L) comenzando desde el final en forma regresiva y se van obteniendo los tiempos (T) de cada elemento.

Para este sistema de lectura como se notara es necesario que cada elemento, a cronometrarse tenga un casillero para la lectura y (L) y otra para el tiempo (T) obtenido de la diferencia de lecturas (L) registrada en este elemento y de la registrada en el anterior.

Lectura repetitiva.

En le método repetitivo, o de vuelta a cero, se hace retroceder las manecillas a cero al final de cada elemento. Al principio del primer elemento el observador pone a cero la manecilla pulsando el vástago del reloj. La manecilla avanza y comienza a medir instantáneamente el tiempo del primer elemento. Al final del primer elemento, el observador lee el reloj, hace retroceder a cero la manecilla y anota la lectura a continuación.

De forma similar procede con el resto de elementos. Con este método de cronometraje se obtiene el tiempo directo sin sustracciones y se registran directamente los datos del reloj en la hoja de observaciones.

Lectura acumulativa.

El método de cronometraje por acumulación permite la lectura directa de cada elemento mediante el uso de dos cronómetros. Se montan estos relojes junto al tablero de observación y se conectan mediante un juego de palancas, de forma que cuando se pone en marcha el primer cronometro, el segundo se para automáticamente. Cuando se pone en marcha el segundo, el primero se para. Pueden hacerse volver las manecillas a cero inmediatamente después de la lectura, por lo que las sustracciones resultan innecesarias. De esta forma puede leerse el reloj con mucha mayor facilidad y exactitud, puesto que las manecillas no se mueven en el momento de realizar la lectura.

En la actualidad, existen cronómetros electrónicos contruidos a propósito para registrar los tiempos de los elementos de una operación, solo es necesario ponerlo en marcha al inicio del primer elemento e introducir una señal a través de un pulsador cada vez que termine un elemento, al final de la operación se detiene al cronometro y en una pantalla del mismo aparecen los tiempos correspondientes a cada elemento así como también el tiempo total de la operación.

Al inicio el observador se le hace difícil llevar a cabo el cronometraje y el registro de tiempos da cada elemento, pero con el tiempo se puede ir adquiriendo la habilidad y destreza necesaria, con frecuencia aprende a distinguir un sonido bien diferenciado al principio y al final de cada elemento.

CAPÍTULO III






























ETAPA PRELIMINAR: Estudio y selección de la operación de cambio de matrices.


































3.1 Diagramas de Proceso.


































En los siguientes diagramas se encuentra representado el método de trabajo utilizado por el operario sin el conocimiento del SMED. De cada grupo en los que se ha dividido la maquinaria disponible en AUPLATEC se han tomado muestras representativas para ser filmadas y posteriormente analizadas.

Se tomará esta información para buscar procedimientos adecuados y mejorar el método de trabajo haciéndolo, más práctico y rápido.

Hoja 1. Diagrama de Proceso de Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.






DIAGRAMA DE PROCESO					
Empresa: Aupaltec		Operación: Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.		Estudio: 1	Hoja: N 1
Departamento: Producción		Operario: Daniel		Analista: DY - CM	Fecha: 17/11/2008
		Máquina: Cincinatti M.			
Nº	DESCRIPCION DEL PROCESO	Dis. (m)	Tiempo Min.	SÍMBOLOS	
					   
1.	Abre la compuerta.		0.106		
2.	Busca herramienta.		0.409		
3.	Desmonta tubería de refrigeración.		0.213		
4.	Obstruye tubería abastecedora de refrigeración.		0.412		
5.	Desmonta los conductos de refrigeración y cierra las llaves de flujo.		1.341		
6.	Enrolla la tubería.		0.273		
7.	Recoge herramienta.		0.050		
8.	Afloja el soporte.		0.734		
9.	Retira soporte.		0.246		
10.	Afloja el siguiente soporte.		0.200		
11.	Retira alza.		0.071		
12.	Retira soporte.		0.283		
1.	Se dirige al otro lado de la máquina.	2.30	0.115		
13.	Afloja soporte.		0.214		
14.	Quita alza.		0.038		
15.	Quita soporte.		0.396		
16.	Afloja siguiente soporte.		0.167		
17.	Quita alza.		0.046		
18.	Quita soporte.		0.387		
2.	Va a buscar tabla triplex.	20	0.762		
19.	Coloca la triplex debajo del molde.		0.095		
3.	Sube a la máquina.	0.55	0.148		
20.	Desmonta conductos de refrigeración superiores.		1.070		
21.	Quita los neplos.		0.629		

4.	Baja de la máquina.	0.55	0.198	
22.	Quita los neoplos inferiores.		1.836	
23.	Cierra la compuerta.		0.197	
5.	Se dirige al otro lado de la máquina.	2.30	0.136	
6.	Va a buscar el imán.	20	0.778	
7.	Sube a la máquina.	0.55	0.057	
24.	Pide el imán.		0.057	
25.	Coloca el imán.		0.859	
8.	Baja de la máquina.	0.55	0.069	
26.	Cierra la compuerta.		0.101	
27.	Retrae la placa expulsora.		0.561	
28.	Recoge paralelas.		0.293	
29.	Retrae la placa expulsora.		1.138	
9.	Va a buscar elevador.	20	1.165	
1.	Espera disponibilidad de elevador.		0.611	
30.	Conecta el elevador.		0.555	
10.	Posiciona el elevador.	1.50	0.331	
11.	Camina al panel.	0.80	0.066	
12.	Sube a la máquina.	0.55	0.057	
31.	Recoge el imán.		0.158	
32.	Coloca el imán en el molde.		0.248	
13.	Baja de la máquina.	0.55	0.058	
14.	Se dirige a posicionar el elevador.	1.50	0.074	
15.	Posiciona el elevador.	1.50	0.033	
16.	Se dirige al otro lado del elevador.	2.30	0.075	
17.	Baja el gancho.	1.60	0.155	
1.	Deja el control del elevador.		0.087	
18.	Sube a la máquina.	0.55	0.044	
33.	Engancha imán.		0.231	
34.	Recoge swich.		0.068	
35.	Tensa el elevador.		0.155	
2.	Deja swich.		0.065	
19.	Baja de la máquina.	0.55	0.043	

1.	Observa la posición del elevador.		0.133	
36.	Recoge herramienta.		0.035	
37.	Afloja el soporte.		0.257	
38.	Quita el alza.		0.020	
39.	Quita el soporte.		2.422	
20.	Posiciona el elevador.	0.20	0.292	
21.	Sube a la máquina.	0.55	0.093	
40.	Recoge swich.		0.188	
22.	Eleva el molde.	0.75	0.135	
3.	Deja swich.		0.028	
23.	Baja de la máquina.	0.55	0.092	
24.	Camina al otro lado de la máquina.	2.30	0.194	
25.	Transporta el molde.	1.50	0.197	
26.	Va buscar coche.	50	1.065	
27.	Baja molde.	1.60	0.187	
28.	Posiciona coche.	0.40	0.083	
29.	Baja el molde en el coche.	1.60	0.117	
41.	Quita imán.		0.069	
30.	Eleva gancho.	0.65	0.289	
42.	Quita imán.		0.099	
31.	Va a dejar el imán.	10	0.302	
32.	Transporta el molde.	0.30	0.122	
43.	Desconecta y arrolla el cable del elevador.		0.897	
33.	Mueve el elevador a matricería.	15	0.985	
34.	Trae el siguiente molde.	1.30	0.051	
44.	Monta el primer soporte.		0.205	
45.	Prepara siguiente soporte.		0.879	
35.	Se dirige al otro lado de la máquina.	2.60	0.050	
46.	Monta el soporte.		1.163	
47.	Coloca alzas.		0.526	
48.	Ajusta soporte.		1.337	
49.	Cierra la compuerta.		0.075	
50.	Monta la otra mitad del molde.		0.353	




























51.	Cierra compuerta.		0.147	●
52.	Cierra molde.		2.633	●
53.	Abre compuerta.		0.089	●
54.	Coloca el soporte.		0.807	●
55.	Coloca el alza.		0.607	●
56.	Ajusta el soporte.		0.606	●
57.	Prepara soporte.		0.956	●
58.	Se dirige al otro lado de la máquina.		0.100	●
59.	Abre compuerta.		0.121	●
2.	Compara alturas.		0.243	■
36.	Va traer el coche.	1.30	0.597	➡
60.	Busca perno.		0.666	●
61.	Coloca soporte.		1.896	●
62.	Coloca alzas.		0.319	●
63.	Ajusta soporte.		1.261	●
64.	Cierra la compuerta.		0.057	●
37.	Va al otro lado de la máquina.	2.60	0.111	➡
65.	Cierra compuerta		0.070	●
66.	Abre prensa.		0.075	●
67.	Abre compuerta.		0.036	●
3.	Revisa molde.		0.075	■
68.	Recoge neplo.		0.318	●
69.	Abre la compuerta.		0.072	●
70.	Coloca neplo.		0.139	●
71.	Ajusta neplo.		0.807	●
72.	Coloca segundo neplo.		0.200	●
73.	Ajusta neplo.		0.788	●
74.	Coloca tercer neplo.		0.218	●
75.	Ajusta neplo.		1.181	●
76.	Ajusta neplos de parte móvil.		1.127	●
77.	Coloca tubería.		0.140	●
	Termina montaje.			
	Total Tiempo.		48.531	


































RESUMEN:**Tabla 3.3 Resumen del cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.**

OPERACIONES					
Operación.	77				
Transporte.		37			
Inspección.			3		
Demora.				1	
Almacenaje.					3
































Tiempo total de operación: 48.531 min.**Distancia total recorrida:** 171.4 m


































Hoja 2. Diagrama de Proceso de Cambio de Molde JKC211 por AC048.

DIAGRAMA DE PROCESO					
Empresa: Aupaltec		Operación: Cambio de Molde JKC211 por AC048.		Estudio: N 1	Hoja N 4
Departamento: Producción		Operario: Daniel		Analista: DY - CM	Fecha: 20/03/2009
		Máquina: Arburg			
Nº	DESCRIPCION DEL PROCESO	Dis. (m)	Tiempo Min.	SÍMBOLOS	
				    	
1.	Afloja soportes.		1.089		
2.	Quita el soporte.		0.292		
1.	Trata de quitar paralelas.		0.072		
1.	Va al otro lado de la máquina.	2.10	0.136		
2.	Va a buscar herramienta.	1.20	0.119		
3.	Afloja soporte.		1.682		
4.	Deja caer paralela.		0.172		
5.	Afloja soporte.		0.108		
6.	Desmonta molde y recoge paralela.		0.128		
1.	Deja molde y paralela a un lado.		0.095		
7.	Quita soporte.		0.254		
3.	Va al otro lado de la maquina a dejar el soporte.	2.10	0.127		
8.	Recoge mitad del molde.		0.089		
2.	Cierra el molde.		0.082		
4.	Va al depósito de moldes a dejar molde.	20	0.414		
3.	Busca molde a montar.		0.215		
5.	Transporta el molde al coche.	22	0.350		
4.	Busca accionador del expulsor en el coche.		1.173		
6.	Va buscar expulsor al depósito de moldes.	20	0.326		
7.	Regresa al coche.	20	0.359		
8.	Va a la máquina a buscar herramienta.	1.50	0.083		
5.	Busca herramienta.		0.146		

9.	Regresa al coche.	1.50	0.104	
9.	Quita el accionador del molde.		0.232	
10.	Prepara accionador.		0.311	
11.	Coloca expulsor.		1.331	
12.	Aprieta expulsor.		0.393	
13.	Abre molde.		0.200	
1.	Comprueba funcionamiento		0.743	
10.	Lleva una mitad del molde a la máquina.	1.60	0.160	
2.	Deja medio molde en el suelo.		0.974	
1.	Busca alzas y compara alturas.		0.555	 
14.	Recoge paralelas y soportes.		0.236	
11.	Va al coche.	1.60	0.082	
3.	Deja soportes y paralelas en el coche.		0.115	
6.	Busca pernos y lainas.		0.259	
12.	Regresa a la máquina.	1.60	0.065	
2.	Compara alturas.		0.202	
15.	Cierra compuerta.		0.040	
16.	Abre prensa.		0.039	
17.	Abre compuerta.		0.026	
18.	Apaga máquina.		0.085	
13.	Regresa al coche.	1.60	0.056	
14.	Va a la máquina.	1.60	0.056	
19.	Prepara soporte.		0.280	
20.	Recoge la otra mitad del molde.		0.152	
21.	Coloca molde en conjunto fijo.		0.142	
22.	Coloca soporte.		0.796	
15.	Va a traer herramienta.	1.60	0.105	
23.	Ajusta soporte.		0.250	
24.	Coloca alzas.		0.156	
25.	Aprieta soporte.		0.216	
26.	Quita soporte.		0.312	
7.	Busca lainas.		0.198	






27.	Coloca laines en el soporte.		0.033	●	
28.	Coloca soporte.		0.302	●	
8.	Busca alzas.		0.208		■
29.	Coloca alzas.		0.090	●	
30.	Aprieta soporte.		0.812	●	
9.	Busca otro soporte.		0.441		■
3.	Prueba soporte.		0.102		■
10.	Busca otro soporte.		0.102		■
4.	Prueba soporte.		0.065		■
16.	Va al coche a buscar soporte.	1.60	0.980	➡	
17.	Regresa a la máquina.	1.60	0.133	➡	
5.	Prueba soporte.		0.418		■
31.	Afloja soporte.		0.133	●	
18.	Va a buscar laina.	1.60	0.161	➡	
19.	Regresa a la máquina.	1.60	0.064	➡	
32.	Coloca laina en el soporte.		0.177	●	
33.	Coloca nuevamente el soporte.		0.314	●	
11.	Busca alzas.		0.122		■
6.	Compara alturas.		0.070		■
34.	Coloca alzas.		0.080	●	
35.	Quita alzas.		0.071	●	
20.	Va a buscar alzas.	1.60	0.080	➡	
21.	Regresa a la máquina.	1.60	0.121	➡	
36.	Coloca alzas.		0.188	●	
2.	Quita alzas nuevamente y compara alturas.		0.176	●	■
37.	Coloca alzas.		0.553	●	
38.	Ajusta soporte.		0.577	●	
39.	Recoge la otra mitad del molde.		0.122	●	
40.	Cierra molde en la mordaza móvil.		0.266	●	
41.	Cierra compuerta.		0.167	●	
42.	Cierra prensa.		0.362	●	
43.	Abre compuerta.		0.058	●	

22.	Va a buscar paralela.	1.60	1.829	
23.	Regresa a la máquina.	1.60	0.133	
7.	Mide tamaño de paralela.		0.295	
44.	Cierra compuerta.		0.076	
45.	Cierra parcialmente la prensa.		0.137	
12.	Busca herramienta.		0.222	
46.	Afloja seguros del conjunto inyector.		1.346	
47.	Recoge manivela.		0.125	
48.	Desplaza conjunto móvil.		0.386	
49.	Cierra prensa parcialmente.		0.245	
50.	Abre compuerta.		0.037	
8.	Mide ancho de paralela.		0.098	
13.	Busca otra paralela.		0.199	
9.	Mide ancho de paralela.		0.230	
51.	Coloca paralela.		0.367	
52.	Coloca otra paralela.		0.316	
53.	Desplaza conjunto móvil con la manivela		0.195	
10.	Observa posición del dispositivo expulsor.		0.260	
54.	Prepara soporte.		0.189	
11.	Prueba soportes.		0.200	
14.	Busca otro soporte.		0.249	
24.	Va al coche a buscar mas soportes.	1.60	0.490	
25.	Regresa a la máquina.	1.60	0.069	
55.	Prepara soporte.		0.047	
12.	Prueba soportes.		0.986	
26.	Va al coche a buscar soportes.	1.60	0.365	
27.	Regresa a la máquina.	1.60	0.100	
13.	Prueba soporte.		0.344	
56.	Coloca lainas en el soporte.		0.109	
57.	Coloca soporte.		0.290	
58.	Ajusta soporte.		0.932	

15.	Busca alzas.		0.102	
14.	Mide alturas.		0.226	
28.	Va a buscar alzas.	1.60	0.441	
29.	Regresa a la máquina.	1.60	0.088	
15.	Mide alturas.		0.630	
16.	Busca alzas.		0.050	
16.	Mide alturas.		0.212	
59.	Coloca alzas.		0.381	
60.	Aprieta soporte.		2.344	
61.	Prepara soportes.		0.351	
30.	Va a buscar soporte.	1.60	1.715	
31.	Regresa a la máquina.	1.60	0.117	
17.	Mide alturas.		0.167	
32.	Va a buscar pernos.	1.60	1.192	
33.	Regresa a la máquina.	1.60	0.057	
62.	Prepara soporte.		0.283	
34.	Va al otro lado de la máquina.	2.10	0.153	
18.	Prueba soporte.		0.774	
17.	Busca herramienta.		0.094	
63.	Afloja soporte.		0.102	
64.	Quita soporte.		0.362	
35.	Va al coche a buscar soportes.	1.60	0.538	
36.	Regresa a la máquina.	1.60	0.121	
19.	Prueba soporte.		0.088	
37.	Va a buscar soportes.	1.60	0.697	
38.	Regresa a la máquina.	1.60	0.152	
20.	Prueba soporte.		0.249	
39.	Va a buscar soporte.	1.60	0.105	
21.	Prueba soporte.		0.948	
65.	Quita soporte.		0.053	
40.	Va a buscar lainas.	1.60	0.311	
41.	Regresa a la máquina.	1.60	0.153	
66.	Coloca soporte.		1.864	

67.	Coloca paralela.		0.258	●
42.	Trae alzas.	1.60	0.088	➡
68.	Coloca alzas.		0.489	●
69.	Aprieta soporte.		1.361	●
70.	Va al otro lado de la máquina.		0.089	●
71.	Cierra compuerta.		0.159	●
72.	Desplaza conjunto móvil.		0.184	●
73.	Reajusta seguros.		2.013	●
159.	Termina montaje.			
	Total Tiempo		54.557	

RESUMEN:**Tabla 3.6 Resumen de cambio de Molde JKC211 por AC048.**

OPERACIONES					
Operación.	73				
Transporte.		42			
Inspección.			21		
Demora.				17	
Almacenaje.					3

Tiempo total de operación: 54.557 min.

Distancia total recorrida: 143.7

Nota: los diagramas restantes pertenecientes a esta fase se encuentran en el ANEXO 1.

3.2 Diagramas de Flujo.

Diagrama con el cual se expone de forma ilustrativa el método de trabajo usado por el operario, donde se ha dividido a la operación de cambio de matriz en diferentes elementos junto con la forma de ejecución de cada uno de ellos.

Nota: dentro del desarrollo de la tesis solo se encuentran dos diagramas representativos, los restantes se encuentran en el ANEXO 2.

3.3 Distribución del puesto de trabajo.

Se representa gráficamente la distribución de los diferentes equipos y aditamentos necesarios para realizar el cambio de marices y su ubicación, la cual es dispuesta por el operario al realizar la operación de cambio alrededor de las máquinas inyectoras de plástico.

Nota: dentro del desarrollo de la tesis se encuentran dos diagramas representativos, los restantes se encuentran en el ANEXO 3.

3.4 Estudio de tiempos de trabajo.

3.4.1 Toma de tiempos.

Para realizar la toma de tiempos fue necesario comunicar lo que se va a realizar previamente al operario encargado del cambio de matrices en la sección de producción de la empresa AUPLATEC, se empleó también una cámara de video para registrar la operación y tener un medio con el cual se pueda trabajar más cómoda y detenidamente en el proceso de análisis, utilizando las herramientas informáticas que actualmente tenemos disponibles, previo a la profundización del análisis se procede a separar la operación en elementos los cuales tendrán una duración en el tiempo, que permitirá más adelante su estudio.

Para el realizar las hojas de registro se utiliza LECTURA CONTINUA, la cual se encuentra explicada anteriormente, siendo que esta es más simple de aplicar.

Hoja 3. Hoja de Registro de Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.

Hoja de Registro					
Hoja 1	Fecha	17/11/2008	Departamento	Producción.	
Operación: Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.			Máquina:	Cincinatti Milacron	
Operario: Daniel		Supervisor:		Empresa:	Auplatec
N.	Elementos		D(m)	T	L
1.	Abre la compuerta.			02:02.93	0.106
2.	Busca herramienta.			02:09.28	0.409
3.	Desmonta tubería de refrigeración.			02:32.84	0.213
4.	Obstruye tubería abastecedora de refrigeración.			02:46.60	0.412
5.	Quita los conductos de refrigeración y cierra las llaves de flujo.			03:11.32	1.341
6.	Enrolla la tubería.			04:31.80	0.273
7.	Recoge herramienta.			04:48.20	0.050
8.	Afloja el soporte.			04:51.22	0.734
9.	Quita el soporte.			05:35.24	0.246
10.	Afloja el siguiente soporte.			05:50.01	0.200
11.	Quita el alza.			06:02.00	0.071
12.	Quita el soporte.			06:06.26	0.283
13.	Se dirige al otro lado de la máquina.			06:23.25	0.115
14.	Afloja soporte.			06:30.16	0.214
15.	Quita el alza.			06:43.00	0.038
16.	Quita el soporte.			06:45.27	0.396
17.	Afloja siguiente soporte.			07:09.05	0.167
18.	Quita el alza.			07:19.08	0.046
19.	Quita el soporte.			07:21.85	0.387
20.	Va a buscar tabla triplex.			07:45.09	0.762
21.	Coloca la triplex debajo del molde.			08:30.80	0.095
22.	Sube a la máquina.			08:36.52	0.148
23.	Desmonta conductos de refrigeración superiores.			08:45.38	1.070
24.	Quita los neplos.			09:49.60	0.629

25.	Baja de la máquina.		10:27.32	0.198
26.	Quita los neoplos inferiores.		10:39.20	1.836
27.	Cierra la compuerta.		12:29.33	0.197
28.	Se dirige al otro lado de la máquina.		12:41.15	0.136
29.	Va a buscar el imán.		12:49.33	0.778
30.	Sube a la máquina.		13:36.02	0.057
31.	Pide el imán.		13:39.43	0.057
32.	Coloca el imán.		13:47.52	0.859
33.	Baja de la máquina.		14:39.07	0.069
34.	Cierra la compuerta.		14:43.20	0.101
35.	Retrae la placa expulsora.		14:49.27	0.561
36.	Recoge paralelas.		15:22.93	0.293
37.	Retrae la placa expulsora.		15:40.53	1.138
38.	Va a buscar elevador.		16:40.80	1.165
39.	Espera disponibilidad de elevador.		17:58.70	0.611
40.	Conecta el elevador.		18:35.33	0.555
41.	Posiciona el elevador.		19:08.60	0.331
42.	Camina al panel.		19:28.47	0.066
43.	Sube a la máquina.		19:32.40	0.057
44.	Recoge el imán.		19:35.80	0.158
45.	Coloca el imán en el molde.		19:45.30	0.248
46.	Baja de la máquina.		20:00.20	0.058
47.	Se dirige a posicionar el elevador.		20:03.65	0.074
48.	Posiciona el elevador.		20:08.07	0.033
49.	Se dirige al otro lado del elevador.		20:10.07	0.075
50.	Baja el gancho.		20:14.56	0.155
51.	Deja el control del elevador.		20:23.87	0.087
52.	Sube a la máquina.		20:29.10	0.044
53.	Engancha el imán.		20:31.76	0.231
54.	Recoge swich.		20:45.64	0.068
55.	Tensa elevador.		20:49.74	0.155
56.	Deja swich.		20:59.01	0.065
57.	Baja de la máquina.		21:02.93	0.043

58.	Observa la posición del elevador.		21:05.53	0.133
59.	Recoge herramienta.		21:13.49	0.035
60.	Afloja el soporte.		21:15.59	0.257
61.	Quita alza.		21:31.00	0.020
62.	Quita soporte.		21:32.22	2.422
63.	Posiciona el elevador.		23:57.53	0.292
64.	Sube a la máquina.		24:15.04	0.093
65.	Recoge el swich.		24:20.64	0.188
66.	Eleba molde.		24:31.93	0.135
67.	Deja swich.		24:40.00	0.028
68.	Baja de la máquina.		24:42.27	0.092
69.	Camina al otro lado de la máquina.		24:44.76	0.194
70.	Transporta el molde.		24:59.41	0.197
71.	Va buscar coche.		25:11.20	1.065
72.	Baja el molde.		26:15.08	0.187
73.	Posiciona el coche.		26:26.27	0.083
74.	Baja el molde en el coche.		26:31.26	0.117
75.	Quita el imán.		26:38.29	0.069
76.	Eleba el gancho.		26:42.44	0.289
77.	Quita el imán.		26:59.80	0.099
78.	Va a dejar el imán.		27:05.74	0.302
79.	Transporta el molde.		27:23.87	0.122
80.	Desconecta y arrolla el cable del elevador.		27:31.19	0.897
81.	Mueve el elevador a matricería.		28:25.00	0.985
82.	Trae el siguiente molde.		29:24.07	0.051
83.	Monta el primer soporte.		29:27.13	0.205
84.	Prepara siguiente soporte.		29:39.40	0.879
85.	Se dirige al otro lado de la máquina.		30:32.13	0.050
86.	Monta el soporte.		30:35.13	1.163
87.	Coloca alzas.		31:44.93	0.526
88.	Ajusta soporte.		32:16.50	1.337
89.	Cierra la compuerta.		33:36.73	0.075

90.	Monta la otra mitad del molde.		33:41.20	0.353
91.	Cierra compuerta.		34:02.40	0.147
92.	Cierra molde.		34:11.24	2.633
93.	Abre compuerta.		36:49.20	0.089
94.	Coloca el soporte.		36:54.53	0.807
95.	Coloca el alza.		37:42.93	0.607
96.	Ajusta el soporte.		38:19.36	0.606
97.	Prepara soporte.		38:55.73	0.956
98.	Se dirige al otro lado de la máquina.		39:53.07	0.100
99.	Abre la compuerta.		39:59.07	0.121
100.	Compara alturas.		40:06.32	0.243
101.	Va traer el coche.		40:20.87	0.597
102.	Busca perno.		40:56.67	0.666
103.	Coloca el soporte.		41:36.60	1.896
104.	Coloca alzas.		41:50.31	0.319
105.	Ajusta soporte.		43:30.34	1.261
106.	Cierra la compuerta.		43:49.47	0.057
107.	Va al otro lado de la máquina.		45:05.13	0.111
108.	Cierra la compuerta		45:08.54	0.070
109.	Abre la prensa.		45:15.20	0.075
110.	Abre compuerta.		45:19.40	0.036
111.	Revisa el molde.		45:23.87	0.075
112.	Recoge neplo.		45:26.00	0.318
114.	Abre la compuerta.		45:30.47	0.072
115.	Coloca neplo.		45:49.52	0.139
116.	Ajusta neplo.		45:59.40	0.807
117.	Coloca segundo neplo.		46:03.73	0.200
118.	Ajusta neplo.		46:12.07	0.788
119.	Coloca tercer neplo.		47:00.47	0.218
120.	Ajusta neplo.		47:12.47	1.181
121.	Ajusta neplos de parte móvil.		47:59.75	1.127
122.	Coloca tubería.		48:12.83	0.140
	Termina el montaje.		49:23.67	48.531

Hoja 4. Hoja de Registro de Cambio de Molde JKC211 por AC048.

Hoja de Registro					
Hoja 4	Fecha	20/03/2009	Departamento	Producción.	
Operación: Cambio de Molde JKC211 por AC048.			Máquina:	Arburg	
Operario: Daniel		Supervisor:		Empresa:	Auplatec
N.	Elementos		D(m)	T	L
1.	Afloja soportes.			00:00.00	1.089
2.	Quita el soporte.			01:05.36	0.292
3.	Trata de quitar paralelas.			01:22.88	0.072
4.	Va al otro lado de la máquina.			01:27.20	0.136
5.	Va a buscar herramienta.			01:35.37	0.119
6.	Afloja soporte.			01:42.50	1.682
7.	Deja caer paralela.			03:23.44	0.172
8.	Afloja soporte.			03:31.76	0.108
9.	Desmonta molde y recoge paralela.			03:40.24	0.128
10.	Deja molde y paralela a un lado.			03:47.89	0.095
11.	Quita soporte.			03:53.60	0.254
12.	Va al otro lado de la maquina y deja el soporte.			04:08.85	0.127
13.	Recoge mitad del molde.			04:16.48	0.089
14.	Cierra el molde.			04:21.84	0.082
15.	Va al depósito de moldes y deja molde.			04:26.74	0.414
16.	Busca molde a montar.			04:51.57	0.215
17.	Transporta el molde al coche.			05:04.44	0.350
18.	Busca accionador del expulsor en el coche.			05:25.45	1.173
19.	Va buscar expulsor al depósito de moldes.			06:35.84	0.326
20.	Regresa al coche.			06:55.41	0.359
21.	Va a la máquina a buscar herramienta.			07:16.96	0.083
22.	Busca herramienta.			07:21.92	0.146
23.	Regresa al coche.			07:30.65	0.104
24.	Quita el accionador del molde.			07:36.91	0.232

25.	Prepara accionador.		07:50.85	0.311
26.	Coloca expulsor.		08:09.52	1.331
27.	Aprieta expulsor.		09:29.38	0.393
28.	Abre molde.		09:52.96	0.200
29.	Comprueba funcionamiento		10:04.98	0.743
30.	Lleva una mitad del molde a la máquina.		10:49.53	0.160
31.	Deja medio molde en el suelo.		10:59.15	0.974
32.	Busca alzas y compara alturas.		10:57.60	0.555
33.	Recoge paralelas y soportes.		12:30.91	0.236
34.	Va al coche.		12:45.05	0.082
35.	Deja soportes y paralelas en el coche.		12:49.94	0.115
36.	Busca pernos y lainas.		12:56.84	0.259
37.	Regresa a la máquina.		13:12.36	0.065
38.	Compara alturas.		13:16.23	0.202
39.	Cierra compuerta.		13:28.40	0.040
40.	Abre prensa.		13:30.79	0.039
41.	Abre compuerta.		13:33.13	0.026
42.	Apaga máquina.		13:34.67	0.085
43.	Regresa al coche.		13:39.76	0.056
44.	Va a la máquina.		13:43.13	0.056
45.	Prepara soporte.		13:46.48	0.280
46.	Recoge la otra mitad del molde.		14:03.31	0.152
47.	Coloca molde en conjunto fijo.		14:32.44	0.142
48.	Coloca soporte.		11:20.98	0.796
49.	Va a traer herramienta.		15:08.73	0.105
50.	Ajusta soporte.		15:15.03	0.250
51.	Coloca alzas.		15:30.00	0.156
52.	Aprieta soporte.		15:39.33	0.216
53.	Quita soporte.		15:52.27	0.312
54.	Busca lainas.		16:11.02	0.198
55.	Coloca lainas en el soporte.		16:22.89	0.033
56.	Coloca soporte.		16:24.85	0.302
57.	Busca alzas.		16:42.94	0.208

58.	Coloca alzas.		16:55.41	0.090
59.	Aprieta soporte.		17:00.78	0.812
60.	Busca otro soporte.		17:49.52	0.441
61.	Prueba soporte.		18:16.00	0.102
62.	Busca otro soporte.		18:22.14	0.102
63.	Prueba soporte.		18:28.23	0.065
64.	Va al coche a buscar soporte.		18:32.14	0.980
65.	Regresa a la máquina.		19:30.96	0.133
66.	Prueba soporte.		19:38.96	0.418
67.	Afloja soporte.		20:40.06	0.133
68.	Va a buscar laina.		20:12.04	0.161
69.	Regresa a la máquina.		20:21.68	0.064
70.	Coloca laina en el soporte.		20:25.54	0.177
71.	Coloca nuevamente el soporte.		20:36.17	0.314
72.	Busca alzas.		20:55.03	0.122
73.	Compara alturas.		21:02.34	0.070
74.	Coloca alzas.		21:06.55	0.080
75.	Quita alzas.		21:11.36	0.071
76.	Va a buscar alzas.		21:15.60	0.080
77.	Regresa a la máquina.		21:20.42	0.121
78.	Coloca alzas.		21:27.68	0.188
79.	Quita alzas nuevamente y compara alturas.		21:38.96	0.176
80.	Coloca alzas.		21:49.55	0.553
81.	Ajusta soporte.		22:22.71	0.577
82.	Recoge la otra mitad del molde.		22:57.32	0.122
83.	Cierra molde en la mordaza móvil.		23:04.64	0.266
84.	Cierra compuerta.		23:20.57	0.167
85.	Cierra prensa.		23:30.56	0.362
86.	Abre compuerta.		23:52.27	0.058
87.	Va a buscar paralela.		23:55.78	1.829
88.	Regresa a la máquina.		25:45.52	0.133
89.	Mide tamaño de paralela.		25:53.52	0.295

90.	Cierra compuerta.		26:11.20	0.076
91.	Cierra parcialmente la prensa.		26:15.76	0.137
92.	Busca herramienta.		26:24.00	0.222
93.	Afloja seguros del conjunto inyector.		26:37.29	1.346
94.	Recoge manivela.		27:58.08	0.125
95.	Desplaza conjunto móvil.		28:05.60	0.386
96.	Cierra prensa parcialmente.		28:28.74	0.245
97.	Abre compuerta.		28:43.44	0.037
98.	Mide ancho de paralela.		28:45.65	0.098
99.	Busca otra paralela.		28:51.32	0.199
100.	Mide ancho de paralela.		29:03.44	0.230
101.	Coloca paralela.		29:17.25	0.367
102.	Coloca otra paralela.		29:39.28	0.316
103.	Desplaza conjunto móvil con la manivela		29:58.24	0.195
104.	Observa posición del dispositivo expulsor.		30:09.94	0.260
105.	Prepara soporte.		30:25.52	0.189
106.	Prueba soportes.		30:36.88	0.200
107.	Busca otro soporte.		30:48.91	0.249
108.	Va al coche a buscar mas soportes.		31:03.84	0.490
109.	Regresa a la máquina.		31:33.23	0.069
110.	Prepara soporte.		31:37.36	0.047
111.	Prueba soportes.		31:41.20	0.986
112.	Va al coche a buscar soportes.		32:39.54	0.365
113.	Regresa a la máquina.		33:01.22	0.100
114.	Prueba soporte.		33:07.20	0.344
115.	Coloca laines en el soporte.		33:27.81	0.109
116.	Coloca soporte.		33:35.38	0.290
117.	Ajusta soporte.		33:51.77	0.932
118.	Busca alzas.		34:47.02	0.102
119.	Mide alturas.		34:53.82	0.226
120.	Va a buscar alzas.		35:07.35	0.441
121.	Regresa a la máquina.		35:33.84	0.088

122.	Mide alturas.		35:39.11	0.630
123.	Busca alzas.		35:42.88	0.050
124.	Mide alturas.		35:45.87	0.212
125.	Coloca alzas.		35:58.61	0.381
126.	Aprieta soporte.		36:21.45	2.344
127.	Prepara soportes.		38:42.06	0.351
128.	Va a buscar soporte.		39:03.14	1.715
129.	Regresa a la máquina.		40:46.04	0.117
130.	Mide alturas.		40:53.04	0.167
131.	Va a buscar pernos.		41:03.04	1.192
132.	Regresa a la máquina.		42:14.55	0.057
133.	Prepara soporte.		42:17.96	0.283
134.	Va al otro lado de la máquina.		42:34.96	0.153
135.	Prueba soporte.		42:44.13	0.774
136.	Busca herramienta.		43:30.57	0.094
137.	Afloja soporte.		43:46.23	0.102
138.	Quita soporte.		43:42.36	0.362
139.	Va al coche a buscar soportes.		44:04.08	0.538
140.	Regresa a la máquina.		44:36.37	0.121
141.	Prueba soporte.		44:43.60	0.088
142.	Va a buscar soportes.		44:48.88	0.697
143.	Regresa a la máquina.		45:30.72	0.152
144.	Prueba soporte.		45:39.86	0.249
145.	Va a buscar soporte.		45:54.80	0.105
146.	Prueba soporte.		46:01.12	0.948
147.	Quita soporte.		46:58.00	0.053
148.	Va a buscar lainas.		47:01.20	0.311
149.	Regresa a la máquina.		47:19.84	0.153
150.	Coloca soporte.		47:29.04	1.864
151.	Coloca paralela.		49:20.86	0.258
152.	Trae alzas.		49:36.53	0.088
153.	Coloca alzas.		49:41.59	0.489
154.	Aprieta soporte.		50:10.94	1.361

155.	Va al otro lado de la máquina.		51:32.57	0.089
156.	Cierra compuerta.		51:37.93	0.159
157.	Desplaza conjunto móvil.		51:44.47	0.184
158.	Reajusta seguros.		51:55.53	2.013
159.	Termina montaje.		53:56.28	54.557

Resumen de hojas de registro:

Número de Hoja	Tiempo de operación (min)	Distancia recorrida (m)
1	48.531	171.4
2	38.099	74.35
3	30.833	66.45
4	54.557	143.7
5	30.665	73

Nota: las hojas restantes se encuentran en el ANEXO 4.

3.4.2 Determinación del Tiempo Tipo.

Obtención del tiempo de la operación.

En este caso la determinación del tiempo tipo es tan solo una aproximación ya que el proceso de trabajo no se encuentra determinado mediante un estudio previo, además no todo el proceso en cada grupo de máquinas se ejecuta de la misma manera por lo que tampoco se puede tomar un número determinado de muestras con lo que se podría obtener el tiempo promedio.

Valoración del “paso”.

Es necesario obtener el tiempo normal que es la suma del tiempo promedio más la valoración que se le hace al operario o encargado del proceso, en el caso de la empresa AUPLATEC solo existe una persona encargada del cambio de moldes así que en cada caso y al no tener otro operario al cual tomar como referencia el factor asignado para todos los casos es de UNO.

Determinación de los suplementos.

a) Por fatiga:

Los suplementos por fatiga dependen de la intensidad del trabajo, el cambio de molde es un trabajo pesado ya que se debe levantar los moldes con los brazos en la mayoría de ocasiones, además el mismo operario es encargado de la supervisión de la producción y las mezclas de los polímetros, pese a esto se considerará un factor de 0 ya que al tomar el video de toda la operación implícitamente ya se consideran los suplementos.

b) Por retrasos:

Ya que en la mayoría de ocasiones se debe buscar una cadena, un perno o se presentan problemas en el molde por falta de mantenimiento o una pieza del

mismo está perdida como es el caso de los bebederos que son intercambiados muchas veces para utilizarlos en diferentes moldes, también se producen retrasos al buscar el molde correcto de la pieza que esta planificada producir. Entonces igual que el suplemento anterior se considerará un factor de 0 por la misma razón dada antes.

c) Por necesidades personales:

Se entiende por necesidades personales tomarse un respiro, necesidades biológicas, beber un poco de agua etc. El factor asignado es igualmente 0.

Obtención del tiempo tipo.

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.

DATOS

Tiempo promedio: 48.531 min.

Paso: 1

Fatiga: 0%

Retraso: 0%

Necesidades personales: 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$48.531 \times 1 = 48.531 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$48.531 + [(0 + 0 + 0) \times 48.531] = 48.531 \text{ min.}$$

Cambio de Molde AC040 con AC022 & AC023

DATOS

Tiempo promedio: 38.099 min.

Paso: 1

Fatiga: 0%

Retraso: 0%

Necesidades personales: 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$38.099 \times 1 = 38.099 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$38.099 + [(0 + 0 + 0) \times 38.099] = 38.099 \text{ min.}$$

Cambio de Molde Etiquetas para medidores con JKC019A – JKC019F

DATOS

Tiempo promedio: 30.833 min.

Paso: 1

Fatiga: 0%

Retraso: 0%

Necesidades personales: 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$30.833 \times 1 = 30.833 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$30.833 + [(0 + 0 + 0) \times 30.833] = 30.833 \text{ min.}$$

Cambio de Molde JKC211 por AC048.

DATOS

Tiempo promedio: 54.557 min.

Paso: 1

Fatiga: 0%

Retraso: 0%

Necesidades personales: 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$54.557 \times 1 = 54.557 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$54.557 + [(0 + 0 + 0) \times 54.557] = 54.557 \text{ min.}$$

Cambio de Molde AC046 por AC064.

DATOS

Tiempo promedio: 30.665 min.

Paso: 1

Fatiga: 0%

Retraso: 0%

Necesidades personales: 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$30.665 \times 1 = 30.665 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$30.665 + [(0 + 0 + 0) \times 30.665] = 30.665 \text{ min.}$$

3.5 Entrevistar al operario u operarios.

La entrevista es muy útil al realizar el estudio previo ya que por la experiencia que posee el operario, puede aportar con ideas para una posible solución al problema. El operario a ser entrevistado es aquel que se encuentra encargado de las operaciones a ser estudiadas.

ENTREVISTA

1. ¿Cuál es su nombre?

Daniel

2. ¿Cuál es el cargo que desempeña?

Jefe de Producción.

3. ¿Cuántos años desempeña este cargo?

8 años.

4. ¿Cuáles son los productos que más se producen actualmente?

Son los productos de carrocerías y accesorios para vehículos tales como vinchas pequeñas, accesorios para aluminio, pasa tubos en si hay una infinidad de productos que se elaboran diariamente.

5. ¿Hay periodos de tiempo donde un producto tenga mayor demanda o siempre es constante?

Siempre es constante, hay productos que se demora la producción por ejemplo los tacos Fisher piden unas 100 000 unidades y de otros productos piden unas 100 a 200 unidades, cuando el producto es grande el pedido es en pocas cantidades.

6. ¿Qué tipos de moldes existen?

De toda clase dependiendo de la forma de las cavidades y de ahí moldes de lo que veo solo una forma en el normal en el cuadrado, no hay mas complicados

como moldes de canales calientes, moldes con resistencias, solo se tiene una con la variedad de la cavidad.

7. Según su criterio clasifique moldes existentes.

Primero se clasifica al molde por su gramaje y tamaño para saber si entra en cierta máquina ya que depende de la distancia de las columnas de la maquina.

8. Según la clasificación anterior clasifique las máquinas (Tamaño de molde para cada máquina).

Como los moldes se clasifican por el gramaje y por el tamaño existen moldes para un cierto tipo de máquina como por ejemplo para las Arburg, estos moldes son pequeños y de poco gramaje, otro ejemplo es de un molde pequeño pero de alto gramaje claro que entra en las maquinas Arburg pero por el poco gramaje se debe buscar otra máquina

9. ¿Se ha hecho algún estudio de la producción en la empresa?

Si hicieron un estudio pero lo que se ha implementado es lo básico, calidad de producción, materiales, pero de ahí no se ha implementado más cosas.

10. ¿Los procesos se encuentran normalizados?

Hay formas de proceder con cada molde, por ejemplo en el molde de codos perdidos se utiliza material verde (polietileno), algunos broches en polipropileno, cada molde tiene su forma de elaborar y su materia prima.

11. Enumere las herramientas necesarias para un cambio de molde.

La llave adecuada para el perno, bridas, neplos para la refrigeración, alzas.

12. Enumere por grupo de máquinas que tipos de pernos utilizan.

En las máquinas Arburg utilizamos los pernos M12 y en las otras máquinas se utiliza los pernos en pulgadas, pero desconozco la medida.

13. Enumere por grupo de máquinas el tamaño de perno para montar el molde.

Según el molde, hay placas de respaldo pequeñas o altas, si varía bastante y uno se le va adecuando con las alzas en los pernos, según el espesor de las placas de apoyo.

14. Enumere las herramientas que faltan para realizar un cambio de molde.

Lo básico sería unas bridas adecuadas, modificadas con pernos con todo ya, sino uno se está buscando el alza adecuada para el alto de la placa, pero si estuviera lista se cogería la brida y se regularía con el perno y se facilita el montaje, llaves si se tiene, lo que hace falta es bridas adecuadas.

15. ¿Según su opinión que herramientas permitirían un cambio de molde más rápido?

No lo he pensado, ya que con la llave he realizado todo, y no he conocido otra forma de llave.

16. ¿Ha considerado utilizar herramientas neumáticas.

Si sería bueno.

17. ¿Conoce alguna herramienta neumática?

No, pero sería una herramienta bien compacta porque el espacio donde entra el molde en la inyectora es pequeño e incómodo y esta herramienta puede chocar con las columnas, placas, etc.

18. ¿Conoce dispositivos de ajuste rápido?

Si, pero uno se trabaja con lo que se tiene, si hubiera por que no.

19. ¿Cómo se podría modificar los moldes para realizar cambios más rápidos?

Colocar cáncamos en moldes pesados, en moldes pequeños no, es rápido el montaje de moldes pequeños gracias al poco peso.

20. ¿Cuáles son los típicos problemas al realizar los cambios de moldes?

Las alzas, incomodidades de los moldes, no hay las suficientes alzar justo en el montaje del molde.

21. ¿Es necesario más personal para realizar los cambios más rápidos?

No, entre 2 es suficiente.

22. ¿Se realiza excedentes de producción?

Se produce con excedente.

23. ¿Qué pasa con ese excedente?

Ese es un stock de refuerzo, por ejemplo si tu vendiste unas 500 piezas te quedaron 200 piezas y a la siguiente semana viene el cliente y dice necesito más piezas de urgencia, pero nosotros ya bajamos el molde pero nosotros hicimos un excedente de producción no hay problema y mandamos esas 200 piezas, o a veces el cliente dice necesito unas 300 piezas, nosotros mandamos por lo menos las 200 piezas y tenemos tiempo para producir lo que falta.

¿Y si no sale ese stock de piezas que sucede?

Quedaría en bodega y si es que no sale se molería para utilizar el material como materia prima.

¿Ha pasado eso?

Si.

24. ¿Es fácil identificar un molde?

Para mi si porque conozco casi todos los moldes, pero hace falta alguna identificación

25. ¿Existen medios de transporte para moldes?

Los normales que tenemos, un coche pequeño.

¿Hace falta otro mejor?

Si, tal vez uno más alto, con llantas más altas para que al trasladar el molde no se golpee o el coche no se atore en los huecos.

26. ¿Con los recursos que tiene actualmente se puede realizar cambios más rápidos de molde?

No, pero haciendo algunas modificaciones como por ejemplo en las bridas, pernos ahí si se haría el cambio más rápido.

27. ¿Cuáles cambios cree que se puede aplicar de forma inmediata?

Construir una brida se ha de demorar, hacerle un hueco, pasarle machuelo y ponerle un perno en las bridas existentes es más rápido.

28. ¿Sugerencia para mejorar el rendimiento en el cambio de molde.

Sería realizar los cambios en horas no laborables como por ejemplo a partir de las 18h00, para que no interrumpan ya que justo cuando estoy haciendo un cambio

me llaman a resolver algún problema en otra máquina, o los sábados sería otra opción.

29. ¿Fuera del aérea de producción, que cambios necesita la empresa?

Motivación a la gente, el personal anda un poco decaído.

3.5.1 Resultados obtenidos de la entrevista al operario.

Utilizando una herramienta tan útil como es la entrevista se pudo, recoger a través de la experiencia del operario algunas recomendaciones e ideas que ayudaron para el desarrollo del presente trabajo:

- Lo primero que se notó con fue la falta de dispositivos que ayuden a realizar un cambio más rápido y eficiente de matriz, que como más adelante se verá constituye un gran aporte para el mejoramiento del actual sistema.
- Otro buen aporte con respecto a los dispositivos de sujeción fue la idea de añadir un perno regulador de altura de placa en cada brida, lo que ahorra tiempo ya que, elimina la necesidad de buscar alzas y adecuarlas a la altura de placa.
- También se observó la carencia de herramientas que podrían servir para ahorrar tiempo, como puede ser raches o herramienta neumática todo depende de los recursos que el empresario este dispuesto a invertir.
- Se sugirió un tamaño adecuado de pernos para la fijación del molde a la máquina, ya que es una o dos vueltas las que dan el ajuste, mientras que, las demás representan gasto de tiempo, el cual se podría reducir y en el mejor de los casos eliminarlo.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DEL SMED.

4.1 Primera Etapa:

Separación de las actividades internas de las externas.¹⁵

Las técnicas que se exponen a continuación son muy efectivas para asegurar que las operaciones que se pueden realizar externamente se efectúen, de hecho, cuando la máquina está en marcha.

Empleo de una lista de comprobación

Hágase una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación.

Es una buena opción para ahorrar tiempo en la búsqueda de piezas y herramientas necesarias para la realización del cambio, es decir, ha de hacerse una preparación previa o lo que es lo mismo la aplicación del concepto de actividades externas e internas, ya que tenemos máquinas que poseen una estructura similar se procede ha realizar la siguiente lista para la aplicación generalizada de ésta, en los cambios que se realicen aplicando el sistema SMED.

¹⁵ Shigeo Shingo, Una revolución en la producción: El sistema SMED. Pág. 36



Hoja N : 1	OPERACIÓN:	Grupo máq. : 1	Sección: Produc.
Analistas: DY- CM	Cambio de matrices.	Operario: Daniel	Empresa: Auplatec
HERRAMIENTAS Y PIEZAS		ACTIVIDADES	
1. Coche deposito de herramientas. 2. Llaves mixtas. 3. Juego de dados. 4. Rache 5. Bridas de sujeción. 6. Molde para la producción. 7. Manivela. 8. Juego de dados cabeza allen. 9. Anillo de centrado. 10. Resorte para expulsor. 11. Coche para transporte de moldes pesados. 12. Elevador	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p align="center"><u>ACTIVIDADES EXTERNAS</u></p> 1. Encender la máquina. 2. Realizar preparación previa para el montaje: a. Localizar molde a remplazar. b. Inspeccionar molde. c. Montar anillo de centro. d. Buscar bridas de sujeción. e. Buscar pernos reguladores de altura de placa. f. Armar rache. h. Comprobar herramientas y partes.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		<p align="center"><u>ACTIVIDADES INTERNAS</u></p> 3. Desmontar molde anterior montado a remplazar. 4. Posicionar y fijar el molde en la máquina inyectora. 5. Finalizar el cambio y recoger herramientas y piezaje sobrante.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
ANOTACIONES:			
Hoja susceptible de modificación, al momento no se realiza ninguna.			

Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
1. Abre compuerta.	0.106	1. Busca herramienta	0.409
2. Quita tubería de refrigeración.	0.213	2. Recoge herramienta.	0.050
3. Obstruye tubería abastecedora.	0.412	3. Busca tabla triplex.	0.762
4. Quita conductos de refrigeración y cierra llaves de flujo.	1.341	4. Coloca triplex debajo del molde.	0.095
5. Enrolla tubería.	0.273	5. Busca imán.	0.778
6. Afloja soporte.	0.734	6. Recoge paralelas.	0.293
7. Quita soporte.	0.246	7. Busca elevador.	1.165
8. Afloja siguiente soporte.	0.200	8. Espera disponibilidad de elevador.	0.611
9. Quita alza.	0.071	9. Conecta elevador.	0.555
10. Quita soporte.	0.283	10. Posiciona elevador.	0.331
11. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.115	11. Se dirige al elevador.	0.074
12. Afloja soporte.	0.214	12. Posiciona elevador.	0.033
13. Quita alza.	0.038	13. Se dirige al otro lado del elevador.	0.075
14. Quita soporte.	0.396	14. Va a buscar el coche.	1.065
15. Afloja siguiente soporte.	0.167	15. Quita el imán.	0.069
16. Quita alza.	0.046	16. Eleva el gancho.	0.289
17. Quita soporte.	0.387	17. Quita el imán.	0.099
18. Sube a la máquina.	0.148	18. Va a dejar el imán.	0.302
19. Desmonta conductos de refrigeración superiores.	1.070	19. Transporta el molde.	0.122
20. Quita neplos.	0.629	20. Desconecta y arrolla el cable del elevador.	0.897
21. Baja de la máquina.	0.198	21. Mueve el elevador a matricería.	0.985
22. Quita los neplos inferiores.	1.836	22. Trae el siguiente molde.	0.051
23. Cierra compuerta.	0.197	23. Prepara soporte.	0.956
24. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.136	24. Compara alturas.	0.243
25. Sube a la máquina.	0.057	25. Va a traer el coche.	0.597
26. Pide imán.	0.057	26. Busca perno.	0.666
27. Coloca imán.	0.859		
28. Baja de la máquina.	0.069		
29. Cierra compuerta.	0.101		
30. Retrae placa expulsora.	0.561		
31. Retrae placa expulsora.	1.138		
32. Va al panel.	0.066		
33. Sube a la máquina.	0.057		
34. Recoge imán.	0.158		
35. Coloca imán en el molde.	0.248		
36. Baja de la máquina.	0.058		
37. Baja el gancho.	0.155		
38. Deja el control del elevador.	0.087		
39. Sube a la máquina.	0.044		
40. Engancha el imán.	0.231		

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
41. Recoge swich.	0.068		
42. Tensa elevador.	0.155		
43. Deja swich.	0.065		
44. Baja de la máquina.	0.043		
45. Observa posición de elevador.	0.133		
46. Recoge herramienta.	0.035		
47. Afloja soporte.	0.257		
48. Quita el alza.	0.020		
49. Quita el soporte.	2.422		
50. Posiciona el elevador.	0.292		
51. Sube a la máquina.	0.093		
52. Recoge el swich.	0.188		
53. Eleva el molde.	0.135		
54. Deja el swich.	0.028		
55. Baja de la máquina.	0.092		
56. Camina al otro lado de la máquina.	0.194		
57. Transporta el molde.	0.197		
58. Baja el molde.	0.187		
59. Posiciona el coche.	0.083		
60. Baja el molde en el coche.	0.117		
61. Monta el primer soporte.	0.205		
62. Prepara el siguiente soporte.	0.879		
63. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.050		
64. Monta soporte.	1.163		
65. Coloca alzas.	0.526		
66. Ajusta soporte.	1.337		
67. Cierra compuerta.	0.075		
68. Monta mitad del molde.	0.353		
69. Cierra compuerta.	0.147		
70. Cierra molde.	2.633		
71. Abre compuerta.	0.089		
72. Coloca soporte.	0.807		
73. Coloca alza.	0.607		
74. Ajusta soporte.	0.606		
75. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.100		
76. Abre la compuerta.	0.121		
77. Coloca soporte.	1.896		
78. Coloca alzas.	0.319		
79. Ajusta soporte.	1.261		
80. Cierra compuerta	0.057		
81. Va al otro lado de la máquina.	0.111		
82. Cierra compuerta.	0.070		
83. Abre prensa.	0.075		
84. Abre compuerta.	0.036		

Cambio de Molde JKC211 por AC048.

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
1. Afloja soportes.	1.089	1. Va a buscar herramienta.	0.119
2. Quita soporte.	0.292	2. Va al depósito de moldes y deja el molde.	0.414
3. Trata de quitar paralelas.	0.072	3. Busca molde a montar.	0.215
4. Va al otro lado de la máq.	0.136	4. Transporta el molde al coche.	0.350
5. Afloja soporte.	1.682	5. Busca accionador del expulsor en el coche.	1.173
6. Deja caer paralela.	0.172	6. Va a buscar el accionador del expulsor al depósito de moldes.	0.326
7. Afloja soporte.	0.108	7. Regresa al coche.	0.359
8. Desmonta molde y recoge paralelas.	0.128	8. Va a la máquina a buscar herramienta.	0.083
9. Deja molde y paralela a un lado de la máquina.	0.095	9. Busca herramienta.	0.146
10. Quita soporte.	0.254	10. Regresa al coche.	0.104
11. Va al otro lado de la máquina y deja el soporte.	0.127	11. Quita el accionador del molde.	0.232
12. Recoge la mitad del molde.	0.089	12. Prepara accionador.	0.311
13. Cierra el molde.	0.082	13. Coloca expulsor.	1.331
14. Lleva la mitad del molde a la máquina.	0.160	14. Aprieta expulsor.	0.393
15. Deja medio molde en el suelo.	0.974	15. Abre molde.	0.200
16. Recoge paralelas y soportes.	0.236	16. Comprueba funcionamiento.	0.743
17. Cierra compuerta.	0.040	17. Busca alzas y compara alturas.	0.555
18. Abre prensa.	0.039	18. Va al coche.	0.082
19. Abre compuerta.	0.026	19. Deja soportes y paralelas en el coche.	0.115
20. Apaga máquina.	0.085	20. Busca pernos y lainas.	0.259
21. Recoge la otra mitad del molde.	0.152	21. Regresa a la máquina.	0.065
22. Coloca el molde en conjunto fijo.	0.142	22. Compara alturas.	0.202
23. Coloca soporte.	0.796	23. Regresa al coche.	0.056
24. Ajusta soporte.	0.250	24. Va a la máquina.	0.056
25. Coloca alzas.	0.156	25. Prepara soporte.	0.280
26. Aprieta soportes.	0.216	26. Va a traer herramienta.	0.105
27. Quita soporte.	0.312	27. Busca lainas.	0.198
28. Coloca soporte.	0.302	28. Coloca lainas en soporte.	0.133
29. Coloca alzas.	0.090	29. Busca alzas.	0.208
30. Aprieta soporte.	0.812	30. Busca otro soporte.	0.441
31. Regresa a la máquina.	0.133	31. Prueba soporte.	0.102
32. Afloja soporte.	0.133	32. Busca otro soporte.	0.102
33. Regresa a la máquina.	0.064	33. Prueba soporte.	0.065
34. Coloca nuevamente el soporte.	0.314	34. Va al coche a buscar soporte.	0.980
35. Coloca alzas.	0.080	35. Prueba soporte.	0.418
36. Quita alzas.	0.071		
37. Regresa a la máquina.	0.121		
38. Coloca alzas.	0.188		
39. Coloca alzas.	0.553		

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTER.	t(min)
40. Ajusta soportes.	0.577	36. Va a buscar laina.	0.161
41. Recoge la otra mitad del molde.	0.122	37. Coloca laina en el sop.	0.177
42. Cierra molde.	0.266	38. Busca alzas.	0.122
43. Cierra compuerta.	0.167	39. Compara alturas.	0.070
44. Cierra prensa.	0.362	40. Va a buscar alzas.	0.080
45. Abre compuerta.	0.058	41. Quita nuevamente alzas y compara alturas.	0.176
46. Regresa a la máquina.	0.133	42. Va a buscar paralela.	1.829
47. Cierra compuerta.	0.076	43. Mide tamaño de paralela.	0.295
48. Cierra parcialmente la prensa.	0.137	44. Busca herramienta.	0.222
49. Afloja seguros del conjunto inyector.	1.346	45. Mide ancho de paralela.	0.098
50. Recoge manivela.	0.125	46. Busca otra paralela.	0.199
51. Desplaza conjunto móvil.	0.386	47. Mide ancho de paralela.	0.230
52. Cierra parcialmente prensa.	0.245	48. Prepara soporte.	0.189
53. Abre compuerta.	0.037	49. Prueba soportes.	0.200
54. Coloca paralela.	0.367	50. Busca otro soporte.	0.249
55. Coloca otra paralela.	0.316	51. Va al coche más soportes.	0.490
56. Desplaza conjunto móvil con la manivela.	0.195	52. Prepara soporte.	0.047
57. Observa posición del dispositivo expulsor.	0.260	53. Prueba soportes.	0.986
58. Regresa a la máquina.	0.069	54. Va a buscar soportes.	0.365
59. Regresa a la máquina.	0.100	55. Prueba soportes.	0.344
60. Coloca soporte.	0.290	56. Coloca laines en el soporte.	0.109
61. Ajusta soporte.	0.932	57. Busca alzas.	0.102
62. Regresa a la máquina.	0.088	58. Mide alturas.	0.226
63. Coloca alzas.	0.381	59. Va a buscar alzas.	0.441
64. Aprieta soportes.	2.344	60. Mide alturas.	0.630
65. Regresa a la máquina.	0.117	61. Busca alzas.	0.050
66. Va al otro lado de la máq.	0.153	62. Mide alturas.	0.212
67. Afloja soporte.	0.102	63. Prepara soportes.	0.351
68. Quita soporte.	0.362	64. Va a buscar soportes.	1.715
69. Regresa a la máquina.	0.121	65. Mide alturas.	0.167
70. Regresa a la máquina.	0.152	66. Va a buscar pernos.	1.192
71. Quita soporte.	0.053	67. Regresa la máquina.	0.057
72. Regresa a la máquina.	0.153	68. Prepara soportes.	0.283
73. Coloca soporte.	1.864	69. Prueba soporte.	0.774
74. Coloca paralela.	0.258	70. Busca herramienta.	0.094
75. Coloca alzas.	0.489	71. Va a buscar soportes.	0.538
76. Aprieta soportes.	1.361	72. Prueba soporte.	0.088
77. Va al otro lado de la máq.	0.089	73. Va a buscar soportes.	0.697
78. Cierra compuerta.	0.159	74. Prueba soporte.	0.249
79. Desplaza conjunto móvil.	0.184	75. Va a buscar soporte.	0.105
80. Reajusta seguros.	2.013	76. Prueba soporte.	0.948
		77. Va a buscar laines.	0.311
		78. Trae alzas.	0.088
TOTAL TIEMPO (AI)	27.780	TOTAL TIEMPO (AE)	26.777

CUADRO DE ANALISIS DE SEPARACION DE ACTIVIDADES.

Tabla 8. Análisis separación de AI/AE

HOJAS DENOMINACION	ACTIVIDADES INTERNAS	%	ACTIVIDADES EXTERNAS	%
Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	39.959	77.54	11.572	22.45
Cambio de Molde AC040 con AC022 & AC023	18.249	47.89	19.850	52.10
Cambio de Molde Etiquetas para medidores con JKC019A – JKC019F	16.516	53.56	14.317	46.44
Cambio de Molde JKC211 por AC048.	27.780	50.91	26.777	49.09
Cambio de Molde AC046 por AC064.	17.561	57.62	13.104	42.73
TOTALES	%PROM.	54.8	%PROM.	45.2

Nota: el resto de hojas donde consta la separación de actividades se encuentran en el ANEXO 5.

4.2 Segunda Etapa:

Convertir operaciones internas en externas.

El objetivo de esta fase es extraer aquellas operaciones externas que equivocadamente, y que inconcientemente son colocadas dentro de las operaciones internas, convirtiéndose de esta manera, en demoras en el montaje de los moldes para producción.

Antes de realizar de conversión se debe tomar en cuenta también los recursos disponibles para poder convertir las actividades internas en externas ya sea mediante la preparación previa del montaje, o realizando adecuaciones en determinados dispositivos, contar con la herramienta adecuada etc.

Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
1. Abre compuerta.	0.106	1. Busca herramienta	0.409
2. Quita tubería de refrigeración.	0.213	2. Recoge herramienta.	0.050
3. Obstruye tubería abastecedora.	0.412	3. Busca tabla triplex.	0.762
4. Quita conductos de refrigeración y cierra llaves de flujo.	1.341	4. Coloca triplex debajo del molde.	0.095
5. Afloja soporte.	0.734	5. Busca imán.	0.778
6. Quita soporte.	0.246	6. Recoge paralelas.	0.293
7. Afloja siguiente soporte.	0.200	7. Busca elevador.	1.165
8. Quita alza.	0.071	8. Espera disponibilidad de elevador.	0.611
9. Quita soporte.	0.283	9. Conecta elevador.	0.555
10. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.115	10. Posiciona elevador.	0.331
11. Afloja soporte.	0.214	11. Se dirige al elevador.	0.074
12. Quita alza.	0.038	12. Posiciona elevador.	0.033
13. Quita soporte.	0.396	13. Se dirige al otro lado del elevador.	0.075
14. Afloja siguiente soporte.	0.167	14. Va a buscar el coche.	1.065
15. Quita alza.	0.046	15. Quita el imán.	0.069
16. Quita soporte.	0.387	16. Eleva el gancho.	0.289
17. Sube a la máquina.	0.148	17. Quita el imán.	0.099
18. Baja de la máquina.	0.198	18. Va a dejar el imán.	0.302
19. Cierra compuerta.	0.197	19. Transporta el molde.	0.122
20. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.136	20. Desconecta y arrolla el cable del elevador.	0.897
21. Sube a la máquina.	0.057	21. Mueve el elevador a matricería.	0.985
22. Pide imán.	0.057	22. Trae el siguiente molde.	0.051
23. Coloca imán.	0.859	23. Prepara soporte.	0.956
24. Baja de la máquina.	0.069	24. Compara alturas.	0.243
25. Cierra compuerta.	0.101	25. Va a traer el coche.	0.597
26. Retrae placa expulsora.	0.561	26. Busca perno.	0.666
27. Retrae placa expulsora.	1.138	27. Enrollar tubería.	0.273
28. Va al panel.	0.066	28. Desmonta conductos de refrigeración superiores.	1.070
29. Sube a la máquina.	0.057	29. Quita neplos.	0.629
30. Recoge imán.	0.158	30. Quita los neplos infer.	1.836
31. Coloca imán en el molde.	0.248	31. Ajusta neplos de parte móvil.	1.127
32. Baja de la máquina.	0.058	32. Ajusta neplo.	1.181
33. Baja el gancho.	0.155	33. Coloca tercer neplo.	0.218
34. Deja el control del elevad.	0.087	34. Ajusta neplo.	0.788
35. Sube a la máquina.	0.044	35. Coloca neplo.	0.139
36. Engancha el imán.	0.231	36. Ajusta neplo.	0.807
37. Recoge swich.	0.068	37. Coloca segundo neplo.	0.200
38. Tensa elevador.	0.155	38. Transporta el molde.	0.197
39. Deja swich.	0.065	39. Baja el molde.	0.187
40. Baja de la máquina.	0.043	40. Posiciona el coche.	0.083

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
41. Observa posición de elev.	0.133	41. Baja molde en el coche.	0.117
42. Recoge herramienta.	0.035	42. Recoge neplo.	0.318
43. Afloja soporte.	0.257	43. Revisa molde.	0.075
44. Quita el alza.	0.020		
45. Quita el soporte.	2.422		
46. Posiciona el elevador.	0.292		
47. Sube a la máquina.	0.093		
48. Recoge el swich.	0.188		
49. Eleva el molde.	0.135		
50. Deja el swich.	0.028		
51. Baja de la máquina.	0.092		
52. Camina al otro lado de la máquina.	0.194		
53. Monta el primer soporte.	0.205		
54. Prepara el siguiente soporte.	0.879		
55. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.050		
56. Monta soporte.	1.163		
57. Coloca alzas.	0.526		
58. Ajusta soporte.	1.337		
59. Cierra compuerta.	0.075		
60. Monta mitad del molde.	0.353		
61. Cierra compuerta.	0.147		
62. Cierra molde.	2.633		
63. Abre compuerta.	0.089		
64. Coloca soporte.	0.807		
65. Coloca alza.	0.607		
66. Ajusta soporte.	0.606		
67. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.100		
68. Abre la compuerta.	0.121		
69. Coloca soporte.	1.896		
70. Coloca alzas.	0.319		
71. Ajusta soporte.	1.261		
72. Cierra compuerta	0.057		
73. Va al otro lado de la máquina.	0.111		
74. Cierra compuerta.			
75. Abre prensa.	0.070		
76. Abre compuerta.	0.075		
77. Va al otro lado de la máquina.	0.036		
78. Abre la compuerta.	0.165		
79. Coloca tubería.			
	0.072		
	0.140		
TIEMPO TOTAL (AI)	27.714	TIEMPO TOTAL (AE)	20.817

Cambio de Molde JKC211 por AC048.

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
1. Afloja soportes.	1.089	1. Va a buscar herramienta.	0.119
2. Quita soporte.	0.292	2. Va al depósito de moldes y deja el molde.	0.414
3. Trata de quitar paralelas.	0.072	3. Busca molde a montar.	0.215
4. Va al otro lado de la máq.	0.136	4. Transporta el molde al coche.	0.350
5. Afloja soporte.	1.682	5. Busca accionador del expulsor en el coche.	1.173
6. Deja caer paralela.	0.172	6. Va a buscar el accionador del expulsor al depósito de moldes.	0.326
7. Afloja soporte.	0.108	7. Regresa al coche.	0.359
8. Desmonta molde y recoge paralelas.	0.128	8. Va a la máquina a buscar herramienta.	0.083
9. Deja molde y paralela a un lado de la máquina.	0.095	9. Busca herramienta.	0.146
10. Quita soporte.	0.254	10. Regresa al coche.	0.104
11. Va al otro lado de la máquina y deja el soporte.	0.127	11. Quita el accionador del molde.	0.232
12. Recoge la mitad del molde.	0.089	12. Prepara accionador.	0.311
13. Cierra el molde.	0.082	13. Coloca expulsor.	1.331
14. Lleva la mitad del molde a la máquina.	0.160	14. Aprieta expulsor.	0.393
15. Deja medio molde en el suelo.	0.974	15. Abre molde.	0.200
16. Recoge paralelas y soportes.	0.236	16. Comprueba funcionam.	0.743
17. Cierra compuerta.	0.040	17. Busca alzas y compara alturas.	0.555
18. Abre prensa.	0.039	18. Va al coche.	0.082
19. Abre compuerta.	0.026	19. Deja soportes y paralelas en el coche.	0.115
20. Apaga máquina.	0.085	20. Busca pernos y laines.	0.259
21. Recoge la otra mitad del molde.	0.152	21. Regresa a la máquina.	0.065
22. Coloca el molde en conjunto fijo.	0.142	22. Compara alturas.	0.202
23. Coloca soporte.	0.796	23. Regresa al coche.	0.056
24. Ajusta soporte.	0.250	24. Va a la máquina.	0.056
25. Coloca alzas.	0.156	25. Prepara soporte.	0.280
26. Aprieta soportes.	0.216	26. Va a traer herramienta.	0.105
27. Quita soporte.	0.312	27. Regresa a la máquina.	0.133
28. Coloca soporte.	0.302	28. Busca laines.	0.198
29. Coloca alzas.	0.090	29. Coloca laines en soporte.	0.133
30. Aprieta soporte.	0.812	30. Busca alzas.	0.208
31. Afloja soporte.	0.133	31. Busca otro soporte.	0.441
32. Coloca nuevamente el sopor.	0.314	32. Prueba soporte.	0.102
33. Coloca alzas.	0.080	33. Busca otro soporte.	0.102
34. Quita alzas.	0.071	34. Prueba soporte.	0.065
35. Coloca alzas.	0.188	35. Va al coche a buscar soporte.	0.980
36. Coloca alzas.	0.553	36. Prueba soporte.	0.418
37. Ajusta soportes.	0.577		
38. Recoge la otra mitad del mol.	0.122		
39. Cierra molde.	0.266		

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)	ACTIVIDADES EXTERNAS	t(min)
40. Cierra compuerta.	0.167	37. Va a buscar laina.	0.161
41. Cierra prensa.	0.362	38. Coloca laina en el soporte.	0.177
42. Abre compuerta.	0.058	39. Busca alzas.	0.122
43. Cierra compuerta.	0.076	40. Compara alturas.	0.070
44. Cierra parcialmente la prensa.	0.137	41. Va a buscar alzas.	0.080
45. Afloja seguros del conjunto inyector.	1.346	42. Quita nuevamente alzas y compara alturas.	0.176
46. Recoge manivela.	0.125	43. Va a buscar paralela.	1.829
47. Desplaza conjunto móvil.	0.386	44. Mide tamaño de paralela.	0.295
48. Cierra parcialmente prensa.	0.245	45. Busca herramienta.	0.222
49. Abre compuerta.	0.037	46. Mide ancho de paralela.	0.098
50. Coloca paralela.	0.367	47. Busca otra paralela.	0.199
51. Coloca otra paralela.	0.316	48. Mide ancho de paralela.	0.230
52. Desplaza conjunto móvil con la manivela.	0.195	49. Prepara soporte.	0.189
53. Observa posición del dispositivo expulsor.	0.260	50. Prueba soportes.	0.200
54. Coloca soporte.	0.290	51. Busca otro soporte.	0.249
55. Ajusta soporte.	0.932	52. Va al coche más soportes.	0.490
56. Coloca alzas.	0.381	53. Prepara soporte.	0.047
57. Aprieta soportes.	2.344	54. Prueba soportes.	0.986
58. Va al otro lado de la máqui.	0.153	55. Va al coche a buscar soportes.	0.365
59. Afloja soporte.	0.102	56. Prueba soportes.	0.344
60. Quita soporte.	0.362	57. Coloca laines en el soporte.	0.109
61. Quita soporte.	0.053	58. Busca alzas.	0.102
62. Coloca soporte.	1.864	59. Mide alturas.	0.226
63. Coloca paralela.	0.258	60. Va a buscar alzas.	0.441
64. Coloca alzas.	0.489	61. Mide alturas.	0.630
65. Aprieta soportes.	1.361	62. Busca alzas.	0.050
66. Va al otro lado de la máqui.	0.089	63. Mide alturas.	0.212
67. Cierra compuerta.	0.159	64. Prepara soportes.	0.351
68. Desplaza conjunto móvil.	0.184	65. Va a buscar soportes.	1.715
69. Reajusta seguros.	2.013	66. Mide alturas.	0.167
		67. Va a buscar pernos.	1.192
		68. Regresa la máquina.	0.057
		69. Prepara soportes.	0.283
		70. Prueba soporte.	0.774
		71. Busca herramienta.	0.094
		72. Va a buscar soportes.	0.538
		73. Prueba soporte.	0.088
		74. Va a buscar soportes.	0.697
		75. Prueba soporte.	0.249
		76. Va a buscar soporte.	0.105
		77. Prueba soporte.	0.948
		78. Va a buscar laines.	0.311
		79. Trae alzas.	0.088
		80. Regresa a la máquina.	0.064

CUADRO DE ANALISIS DE CONVERSION AI/AE.

Tabla 4.9 Análisis conversión AI/AE

HOJAS DENOMINACION	ACTIVIDADES INTERNAS	%	ACTIVIDADES EXTERNAS	%
Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	27.714	57	20.817	43
Cambio de Molde AC040 con AC022 & AC023	17.738	47	20.361	53
Cambio de Molde Etiquetas para medidores con JKC019A – JKC019F	16.516	53	14.317	47
Cambio de Molde JKC211 por AC048.	26.429	48	28.128	52
Cambio de Molde AC046 por AC064.	16.747	55	13.918	45
TOTALES	%PROM.	49	%PROM.	51

Nota: el resto de hojas correspondientes a la conversión de actividades se encuentran en el ANEXO 6.

4.3 Tercera Etapa: Eliminar el proceso de Ajuste.

LA UTILIZACIÓN DE ANCLAJES FUNCIONALES.¹⁶

Un anclaje funcional es un dispositivo de sujeción que sirve para mantener objetos fijos en su sitio con esfuerzo mínimo.

Método directo de sujeción:

Por ejemplo, el método directo de sujeción se utiliza para asegurar una matriz a una prensa. Si la rosca tiene quince hilos, no podrá apretarse hasta que el perno sea girado quince veces. Aunque en realidad es la última vuelta la que aprieta el perno y la primera la que lo suelta. Las restantes 14 vueltas son un despilfarro incluso más vueltas porque la longitud del perno excede la de la pieza a fijar. Más aun, quince hilos en perno significan que una fricción 15 veces mayor será requerida para oponerse a la resistencia de afianzamiento cuando se amarre la tuerca.

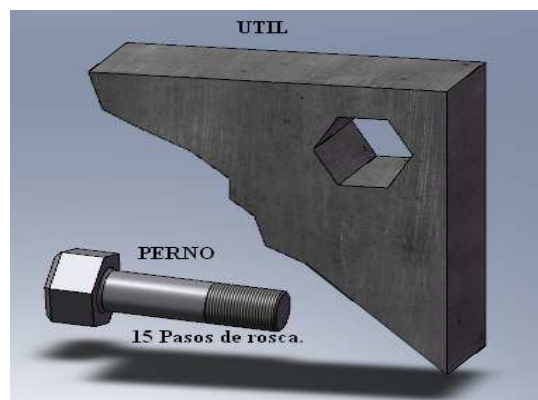


Fig. 3 Anclaje para sujeción directa del molde.

Si la misión de un perno es simplemente la de sujetar o soltar, su longitud debería determinarse de modo que solo se necesite una vuelta. El perno será, en ese caso, un anclaje funcional.

¹⁶ Shigeo Shingo, Una revolución en la producción: El sistema SMED. Pág. 59-72

De la aplicación del primer tipo de anclaje:

Es una buena opción si es que AUPLATEC manejaría la producción continua, o si fuera una empresa especializada solo en cierto tipo de piezas de plástico, es decir la utilización de este tipo de anclaje es recomendable en una producción donde los moldes no se removerán en un largo periodo de tiempo por lo que utilizar anclajes especiales representarían costos y podrían con el tiempo aflojarse.

Fijaciones en una vuelta.

Los casos siguientes son ejemplos de anclajes funcionales que pueden fijar o soltar objetos solamente con una vuelta.

El método del orificio en forma de pera.

El problema implicaba aquí una gran caldera para vulcanizado. Los productos se metían en el recipiente. Entonces se cerraba la tapa y se aseguraba con dieciséis pernos, utilizando un método de fijación directa. El gran número de pernos era necesario para soportar una presión considerable. La operación llevaba bastante tiempo porque el apretado requería girar el perno unas treinta veces. Abrir la tapa también requería un tiempo similar, y, de la misma manera, se necesitaba 30 vueltas para cada una de las 16 tuercas. Los movimientos necesarios para encontrar y recoger las tuercas sueltas depositadas en el lateral del recipiente convertían todo esto en una operación fastidiosa.

Para mejorar la preparación, los orificios para los pernos en la tapadera se hicieron en forma de pera de modo que cada tuerca pudiera soltarse con una sola vuelta.

Cuando los dieciséis pernos habían sido aflojados, la tapadera se giraba en sentido contrario a las agujas del reloj una distancia equivalente a un diámetro de perno. Esto situaba las tuercas frente al extremo más ancho de los orificios. La tapa podía ahora retirarse de inmediato con una grúa. A partir de entonces ya no fue necesario quitar las tuercas de los pernos, con lo que eliminada el proceso de buscarlas. En el método antiguo, las combinaciones de perno y tuerca cambiaban en cada preparación. El nuevo método resolvió también este problema.

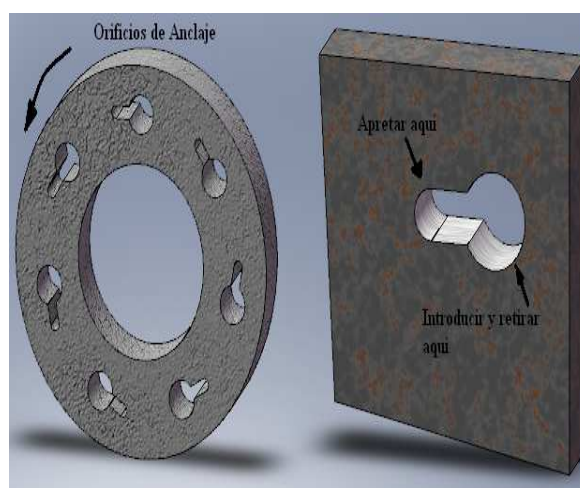


Fig. 4 Método del orificio en forma de pera.

De la aplicación del segundo tipo de anclaje:

Resulta ser una buena opción para fijar el molde de una manera rápida y descomplicada sin embargo en la empresa AUPLATEC no sería procedente ni barato optar por este, ya que, se dispone de más de 300 moldes y para aplicar el método del orificio en forma de pera se debería modificar todos los moldes resultando de eso, una ingente cantidad de dinero que obviamente la empresa no estaría dispuesta a asumir.

Aunque la cavidad no se vería involucrada las placas si deberían ser reemplazadas en su totalidad dando como resultado desperdicio de material, también se debe realizar un mayor número de roscas en las placas de fijación de cada una de las máquinas. Otro problema presente para este método es la gran variedad de tamaños de moldes de producción y los diseños serían un poco complicados ya que

cada molde deberá ser rediseñado de modo que los orificios en la placa de fijación del molde sean coincidentes con los agujeros disponibles en la máquina inyectora.

El método de las arandelas con forma de “U”.

En esta operación, se enrollaba hilo conductor alrededor de un núcleo de motor. Cuando el bobinado se completaba, se realizaba la operación siguiendo la siguiente secuencia:

- Aflojar y quitar la tuerca de anclaje.
- Quitar la arandela.
- Quitar el núcleo ya terminado.
- Colocar la arandela.
- Girar la tuerca y tensar.
- Empezar la siguiente operación de bobinado.
- Esta operación fue perfeccionada reemplazando la arandela por otra en forma de “U”.

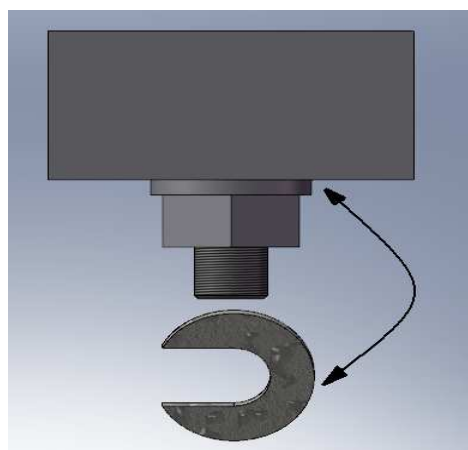


Fig. 5 Arandela en forma de “U”.

La secuencia resultante quedo como sigue:

- Cuando el bobinado ha terminado, se para la máquina y se afloja la tuerca con una vuelta.
- Se desliza la arandela en forma de “U”.
- Retirar el núcleo del motor con la tuerca en su sitio (esto es posible porque el diámetro interior del núcleo es mayor que el diámetro exterior de la tuerca.).
- Deslizar a su posición anterior la arandela en forma de “U”.
- Apretar con una vuelta de tuerca.
- Comenzar la siguiente operación de bobinado.

La utilización de una arandela en forma de “U” simplificaba, de este modo, la operación considerablemente. Este ejemplo proporciona evidencia adicional al hecho de apretar y aflojar puede realizarse directamente con una sola vuelta.

El método de la arandela en forma de “U” tuvo también éxito al aplicarse a la fijación y suelta de engranajes en una máquina de dentar engranes.

De la aplicación del tercer tipo de anclaje:

Es claramente una buena opción y demostración que con una pequeña modificación en los aditamentos se puede conseguir una importante simplificación en una operación, es factible aplicar esta opción en AUPLATEC ya que posee maquinaria adecuada para realizar modificaciones en las arandelas pero en la empresa no existe la necesidad de aplicar dicho método ya que no tiene actividades donde se requiere aflojar y ajustar constantemente, además por el torque aplicado en la fijación de los moldes estas podrían resbalar resultando incluso inseguro para el operario, además si aplicamos el concepto de actividades externas tampoco sería

necesario ya que preparamos previamente el dispositivo de modo que no sea importante buscar o incorporar arandelas en el momento del montaje.

El método de las roscas acanaladas.

Mientras se realizaba una labor de consultoría en los Estados Unidos, para Federal-Mogul Corporation, se recomendó que los tornillos pudieran ser apretados o aflojados con una única vuelta. “Puesto que una vuelta es todo lo que se necesita”.

La técnica se realiza de la siguiente manera:

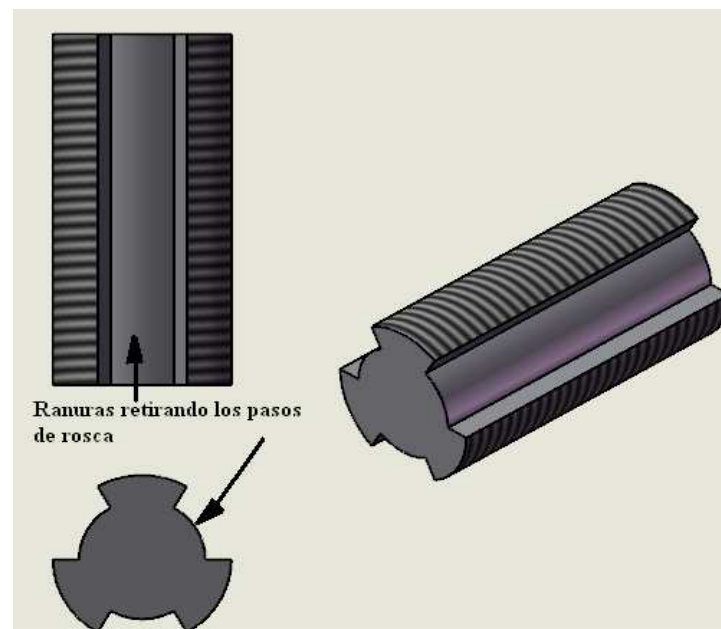


Fig. 6 Método de roscas acanaladas.

1. Se mecanizaron ranuras a lo largo del perno para dividirlo en tres secciones.
2. Unas ranuras equivalentes fueron realizadas en la rosca de la tuerca hembra.
3. Durante el proceso de fijación, se conseguía la inserción alineando los salientes del perno con las ranuras de la parte roscada hembra. Después el perno se deslizaba simplemente hasta su posición final.

4. el perno se apretaba entonces con un solo tercio de vuelta.

En este caso particular, el área de fricción efectiva se mantenía a base de alargar la parte de la hembra.

De la aplicación del cuarto tipo de anclaje:

Para la aplicación de este tipo de anclaje en la empresa AUPLATEC sería necesario también implementar el método de ranura en “U” y obviamente la modificación de los pernos usados actualmente. Además se deberá adquirir tuercas que para su uso tendrán que ser modificadas de acuerdo al nuevo método, todo esto implica el paro temporal de maquinaria, uso de personal para estas modificaciones de la sección de matricería y otras contingencias a ser tomadas en consideración para adoptar el nuevo método, resultando todo esto en paro de producción con la consecuente disminución de ingresos.

El método de la ranura en forma de “U”.

Se mecanizó una ranura en forma de “U” en el borde de la fijación de una matriz. Insertando la cabeza de un perno en una ranura cola de milano de la mesa de la máquina y deslizando entonces el perno en la ranura en “U” de la matriz, era posible apretar la misma con una vuelta de tuerca. Este método garantiza una fijación muy fuerte.

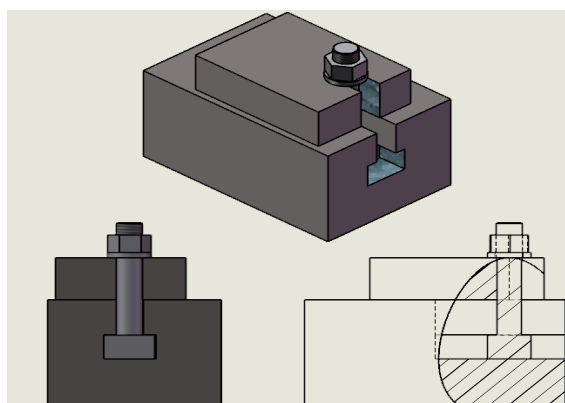


Fig. 7 Método de la ranura en forma de “U”.

En un caso concreto, se creaban problemas causados por arandelas que deslizaban fuera y caían. Esto fue resuelto mediante puntos de soldadura para unir arandelas a tuercas. Este método de la ranura en “U” puede utilizarse a menudo para mejorar preparaciones donde se usaba con anterioridad una fijación con anclaje directo.

Debe señalarse aquí, sin embargo, que un simple vuelta de tornillo no es suficiente para asegurar cuando las piezas con las ranuras en “U” no son de espesor uniforme.

De la aplicación del quinto tipo de anclaje:

Para AUPLATEC supondría un gran problema más que una solución ya que para realizar dicha adaptación, en primer lugar, para realizar la ranura en las placas de fijación de maquina se debe dejar de producir para así desmontarlas tanto de la parte fija y móvil de la máquina para posteriormente ser mecanizadas.

En segundo lugar si la ranura en “U” se realiza en la placa de molde también se deberán realizar algunas modificaciones tales como el espesor de placa donde se fija la cavidad deberá ser mayor, también habrá la necesidad de diseñar y fabricar aditamentos que sean complementos para este método, todo esto exige recursos y tiempo y, ya que actualmente AUPLATEC ha adoptado un método de fijación para sus matrices, como profesionales debemos optimizar los recursos ya disponibles.

El método de la brida.

Como ya hemos indicado, los métodos de fijación directos requieren, a menudo, muchas vueltas de tornillo. Una alternativa ampliamente utilizada es el método de la brida. En esta técnica la matriz se asegura apretando un perno sobre una brida que presiona a su vez sobre la matriz.

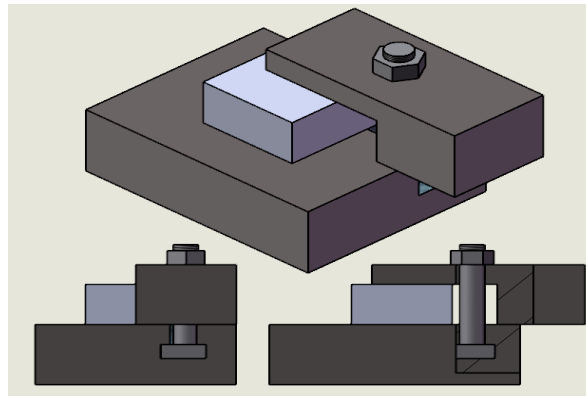


Fig. 8 Método de la brida.

Este método, como el de la ranura en “U”, es útil solamente si todas las partes a ser apretadas son de espesor uniforme. Si este espesor varía, el ingeniero tendrá que estandarizar primero las partes a fijar.

Hemos, visto, hasta ahora, varios métodos que hacen posible que un tornillo apriete o afloje una matriz con una sola vuelta.

La clave para desarrollar las técnicas de fijación descansa en el hecho de reconocer que la función de las roscas acopladas es mantener la fricción correspondiente a la presión de anclaje.

En el pasado, cuando un objeto necesitaba asegurarse, se asumía de inmediato que debería ser asegurado con tornillos, aunque no se pensaba en absoluto en el número de vueltas que los tornillos debían girarse. Con seguridad este punto necesita ser considerado. Es importante, también, reconocer que los tornillos y los pernos son, sin discusión, la única manera de unir objetos.

De la aplicación del sexto tipo de anclaje:

Este es el método que actualmente es utilizado en la empresa AUPLATEC y es sobre el cual se trabajó de modo de hacerlo más práctico y rápido en su utilización procurando optimizar los recursos disponibles y de exigir solamente una mínima inversión de parte de la empresa.

Un motivo fuerte para adoptar este método es que ya está implantado dentro de la empresa por lo que se requiere realizar pocas modificaciones como la adición de un perno que sirva para regular la altura de placa de molde, además para mecanizar nuevas bridas se utiliza piezas de acero sobrantes de la sección de matricería.

Otro motivo para adoptar este método es su fácil diseño y mecanización ya que posee una forma simple y práctica.

DISEÑOS ALTERNATIVOS DE ANCLAJES.

Fue necesario el rediseño y modificación de algunos de los dispositivos de anclaje usados para fijar el molde a la máquina inyectora, la razón fue principalmente por el excesivo tiempo que era empleado para montar dichos anclajes. El principal inconveniente era la regulación de altura de placa ya que antes de realizar las modificaciones en los anclajes se utilizaba pequeñas piecitas de acero o laines que se obtenían de maquinaria obsoleta que era desarmada, o pequeños sobrantes de acero que eran proporcionados por la sección de matricería, suponiendo un gran problema al momento de regular la altura de placa porque era necesario apilar las piezas de acero o laines de manera que el espesor de cada una de estas fuera complementando altura de placa teniendo que, realizar varias combinaciones de piezas hasta encontrar las adecuadas.

Todo esto influye al momento del montaje porque las piezas de acero se caían, no encajaban, o no se posicionaban correctamente y resultaba incomodo trabajar de esta manera lo que llevó a fabricar anclajes más prácticos. Para determinadas máquinas solamente se requirió realizar la rosca donde encajaría el perno regulador de altura de placa pero por el contrario para las máquinas pequeñas fue necesario mecanizar nuevas bridas adecuadas a su tamaño.

Nota: los diagramas correspondientes a este punto se encuentran en el ANEXO 7.

4.4 Cuarta Etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

Mejoras radicales en las operaciones de preparación interna.¹⁷

Implementación de operaciones en paralelo.

Las operaciones de las máquinas, tales como las de moldeo de plásticos, fundición a presión o las grandes prensas, llevan asociadas invariablemente trabajos, tanto delante como detrás de la máquina. Cuando estas operaciones son realizadas por una sola persona son realizadas en mayor tiempo.

Las operaciones en paralelo que necesitan más de un operario ayudan mucho en acelerar este tipo de trabajos. Con dos personas, una operación que lleva doce minutos no será completada en seis, sino en, quizá, cuatro, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen.

El tema más importante al realizar operaciones paralelas es la seguridad. Cada vez que uno de los operadores ha completado una operación elemental, debe señalarlo al otro u otros operarios. Un operario aprieta un botón en la parte trasera de la máquina cuando su operación ha finalizado. Esto provoca la iluminación de una luz de confirmación en el frontal de la máquina. Después de comprobar esto, el trabajador en dicho frontal es libre de arrancar la máquina.

Puede alcanzarse mayor seguridad utilizando un mecanismo de bloqueo que prevenga la puesta en marcha de la máquina desde el frontal, a menos que el operario en la parte trasera haya accionado un interruptor de liberación.

¹⁷ Shigeo Shingo, Una revolución en la producción: El sistema SMED. Pág. 56

Los directores dicen a menudo que el tener personal insuficiente les impide realizar operaciones en paralelo. Este problema se elimina con el sistema SMED porque solo será necesaria una asistencia de pocos minutos, e incluso pueden ayudar los trabajadores no especializados, puesto que las operaciones a realizar son simples. La asistencia puede ser realizada por el operario de una máquina automática, o por alguien que aproveche un tiempo en vacío entre operaciones, o por el supervisor de turno. Con un poco de inventiva, pueden encontrarse muchos métodos.

Incluso en el caso de que el número de horas/hombre necesarias para las operaciones de preparación no cambie, las operaciones en paralelo disminuirán el tiempo transcurrido a la mitad. Esto es un instrumento poderoso para el proceso de disminuir los tiempos de preparación hacia el intervalo de menos de diez minutos.

Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)
1. Abre compuerta.	0.106
2. Quita tubería de refrigeración.	0.213
3. Obstruye tubería abastecedora.	0.412
4. Quita conductos de refrigeración y cierra llaves de flujo.	1.341
5. Afloja soporte.	0.734
6. Quita soporte.	0.246
7. Afloja siguiente soporte.	0.200
8. Quita alza.	0.071
9. Quita soporte.	0.283
10. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.115
11. Afloja soporte.	0.214
12. Quita alza.	0.038
13. Quita soporte.	0.396
14. Afloja siguiente soporte.	0.167
15. Quita alza.	0.046
16. Quita soporte.	0.387
17. Sube a la máquina.	0.148
18. Baja de la máquina.	0.198
19. Cierra compuerta.	0.197
20. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.136
21. Sube a la máquina.	0.057
22. Pide imán.	0.057
23. Coloca imán.	0.859
24. Baja de la máquina.	0.069
25. Cierra compuerta.	0.101
26. Retrae placa expulsora.	0.561
27. Retrae placa expulsora.	1.138
28. Va al panel.	0.066
29. Sube a la máquina.	0.057
30. Recoge imán.	0.158
31. Coloca imán en el molde.	0.248
32. Baja de la máquina.	0.058
33. Baja el gancho.	0.155
34. Deja el control del elevador.	0.087
35. Sube a la máquina.	0.044
36. Engancha el imán.	0.231
37. Recoge swich.	0.068
38. Tensa elevador.	0.155
39. Deja swich.	0.065
40. Baja de la máquina.	0.043

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)
41. Observa posición de elevador.	0.133
42. Recoge herramienta.	0.035
43. Afloja soporte.	0.257
44. Quita el alza.	0.020
45. Quita el soporte.	2.422
46. Posiciona el elevador.	0.292
47. Sube a la máquina.	0.093
48. Recoge el swich.	0.188
49. Eleva el molde.	0.135
50. Deja el swich.	0.028
51. Baja de la máquina.	0.092
52. Camina al otro lado de la máquina.	0.194
53. Monta el primer soporte.	0.205
54. Prepara el siguiente soporte.	0.879
55. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.050
56. Monta soporte.	1.163
57. Coloca alzas.	0.526
58. Ajusta soporte.	1.337
59. Cierra compuerta.	0.075
60. Monta mitad del molde.	0.353
61. Cierra compuerta.	0.147
62. Cierra molde.	2.633
63. Abre compuerta.	0.089
64. Coloca soporte.	0.807
65. Coloca alza.	0.607
66. Ajusta soporte.	0.606
67. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.100
68. Abre la compuerta.	0.121
69. Coloca soporte.	1.896
70. Coloca alzas.	0.319
71. Ajusta soporte.	1.261
72. Cierra compuerta	0.057
73. Va al otro lado de la máquina.	0.111
74. Cierra compuerta.	0.070
75. Abre prensa.	0.075
76. Abre compuerta.	0.036
77. Va al otro lado de la máquina.	0.165
78. Abre la compuerta.	0.072
79. Coloca tubería.	0.140
TIEMPO TOTAL (AI)	27.714

Representación esquemática de las actividades paralelas de los operarios en el cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.

Operario 1	t(min)	Operario 2	
1. Obstruye tubería abastecedora.	0.412	1. Abre compuerta. 2. Quita tubería de refrigeración.	0.106 0.213
2. Afloja soporte.	0.734	3. Quita conductos de refrigeración y cierra llaves de flujo.	1.341
3. Quita soporte.	0.246		
4. Afloja siguiente soporte.	0.200		
5. Quita alza.	0.071		
6. Quita soporte.	0.283	4. Afloja soporte. 5. Quita alza.	0.214 0.038
7. Sube a la máquina.	0.148		
8. Baja de la máquina.	0.198	6. Quita soporte.	0.396
9. Cierra compuerta.	0.197		
10. Se dirige al otro lado de la máquina.	0.136	7. Afloja siguiente soporte.	0.167
11. Sube a la máquina.	0.057	8. Quita alza.	0.046
12. Pide imán.	0.057	9. Quita soporte.	0.387
13. Coloca imán.	0.859		0.598
14. Baja de la máquina.	0.069		
15. Va al panel.	0.066	10. Cierra compuerta.	0.101
	0.600	11. Retrae placa expulsora.	0.561
16. Retrae placa expulsora.	1.138		1.130

Operario 1	t(min)	Operario 2	
17. Baja el gancho.	0.155	12. Sube a la máquina. 13. Recoge imán.	0.057 0.158
18. Afloja soporte.	0.257	14. Coloca imán en el molde.	0.248
19. Quita el alza.	0.020 0.140	15. Engancha el imán. 16. Baja de la máquina.	0.231 0.043
20. Tensa elevador.	0.155	17. Observa posición de elevador.	0.133
21. Deja swich.	0.065	18. Recoge herramienta.	0.035
22. Posiciona el elevador.	0.292		
23. Sube a la máquina.	0.093		
24. Recoge el swich.	0.188		
25. Eleva el molde.	0.135		
25. Deja el swich.	0.028		
26. Baja de la máquina.	0.092		
27. Camina al otro lado de la máquina.	0.194		
28. Monta el primer soporte.	0.205	19. Quita el soporte.	2.422
29. Monta soporte.	1.163		
30. Coloca alzas.	0.526	20. Monta mitad del molde. 21. Cierra compuerta.	0.353 0.147
31. Ajusta soporte.	1.337		1.470
32. Cierra compuerta.	0.075		

Operario 1	t(min)	Operario 2	
	2.633	22. Cierra molde.	2.633
33. Abre la compuerta.	0.121	23. Abre compuerta.	0.089
		24. Coloca soporte.	0.807
34. Coloca soporte.	1.896	25. Coloca alza.	0.607
		26. Ajusta soporte.	0.606
35. Coloca alzas.	0.319	27. Cierra compuerta.	0.070
			0.180

Operario 1	t(min)	Operario 2	t(min)
36. Ajusta soporte.	1.261		1.261
37. Cierra compuerta	0.057	28. Abre prensa.	0.075
38. Abre la compuerta.	0.072	29. Abre compuerta.	0.036
39. Coloca tubería.	0.140		
Total	13.717	Total	12.153

Cambio de Molde JKC211 por AC048

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)
1. Afloja soportes.	1.089
2. Quita soporte.	0.292
3. Trata de quitar paralelas.	0.072
4. Va al otro lado de la máquina.	0.136
5. Afloja soporte.	1.682
6. Deja caer paralela.	0.172
7. Afloja soporte.	0.108
8. Desmonta molde y recoge paralelas.	0.128
9. Deja molde y paralela a un lado de la máquina.	0.095
10. Quita soporte.	0.254
11. Va al otro lado de la máquina y deja el soporte.	0.127
12. Recoge la mitad del molde.	0.089
13. Cierra el molde.	0.082
14. Lleva la mitad del molde a la máquina.	0.160
15. Deja medio molde en el suelo.	0.974
16. Recoge paralelas y soportes.	0.236
17. Cierra compuerta.	0.040
18. Abre prensa.	0.039
19. Abre compuerta.	0.026
20. Apaga máquina.	0.085
21. Recoge la otra mitad del molde.	0.152
22. Coloca el molde en conjunto fijo.	0.142
23. Coloca soporte.	0.796
24. Ajusta soporte.	0.250
25. Coloca alzas.	0.156
26. Aprieta soportes.	0.216
27. Quita soporte.	0.312
28. Coloca soporte.	0.302
29. Coloca alzas.	0.090
30. Aprieta soporte.	0.812
31. Afloja soporte.	0.133
32. Coloca nuevamente el soporte.	0.314
33. Coloca alzas.	0.080
34. Quita alzas.	0.071
35. Coloca alzas.	0.188
36. Coloca alzas.	0.553
37. Ajusta soportes.	0.577
38. Recoge la otra mitad del molde.	0.122
39. Cierra molde.	0.266

ACTIVIDADES INTERNAS	t(min)
40. Cierra compuerta.	0.167
41. Cierra prensa.	0.362
42. Abre compuerta.	0.058
43. Cierra compuerta.	0.076
44. Cierra parcialmente la prensa.	0.137
45. Afloja seguros del conjunto inyector.	1.346
46. Recoge manivela.	0.125
47. Desplaza conjunto móvil.	0.386
48. Cierra parcialmente prensa.	0.245
49. Abre compuerta.	0.037
50. Coloca paralela.	0.367
51. Coloca otra paralela.	0.316
52. Desplaza conjunto móvil con la manivela.	0.195
53. Observa posición del dispositivo expulsor.	0.260
54. Coloca soporte.	0.290
55. Ajusta soporte.	0.932
56. Coloca alzas.	0.381
57. Aprieta soportes.	2.344
58. Va al otro lado de la máquina.	0.153
59. Afloja soporte.	0.102
60. Quita soporte.	0.362
61. Quita soporte.	0.053
62. Coloca soporte.	1.864
63. Coloca paralela.	0.258
64. Coloca alzas.	0.489
65. Aprieta soportes.	1.361
66. Va al otro lado de la máquina.	0.089
67. Cierra compuerta.	0.159
68. Desplaza conjunto móvil.	0.184
69. Reajusta seguros.	2.013
TIEMPO TOTAL (AI)	26.429

Representación esquemática de las actividades paralelas de los operarios en el cambio de Molde JKC211 por AC048

Operario 1	t(min)	Operario 2	
1. Afloja soportes.	1.089	1. Afloja soporte.	1.682
2. Quita soporte.	0.292		
3. Trata de quitar paralelas.	0.072		
4. Afloja soporte.	0.108		
	0.185	2. Deja caer paralela.	0.172
5. Desmonta molde y recoge paralelas.	0.128	3. Quita soporte.	0.254
6. Deja molde y paralela a un lado de la máquina.	0.095	4. Recoge la mitad del molde.	0.089
7. Lleva la mitad del molde a la máquina.	0.160	5. Cierra el molde.	0.082
		6. Recoge paralelas y soportes.	0.236
		7. Cierra compuerta.	0.040
8. Deja medio molde en el suelo.	0.974	8. Abre prensa.	0.039
		9. Abre compuerta.	0.026
		10. Apaga máquina.	0.085
		11. Recoge la otra mitad del molde.	0.152
		12. Coloca el molde en conjunto fijo.	0.142
9. Quita soporte.	0.312	13. Coloca soporte.	0.796
10. Coloca soporte.	0.302		
11. Coloca alzas.	0.090	14. Ajusta soporte.	0.250
		15. Coloca alzas.	0.156
12. Aprieta soporte.	0.812	16. Aprieta soportes.	0.216
		17. Afloja soporte.	0.133
13. Coloca alzas.	0.188	18. Coloca nuevamente el soporte.	0.314
		19. Coloca alzas.	0.080
14. Coloca alzas.	0.553	20. Quita alzas.	0.071
		21. Ajusta soportes.	0.577

Operario 1	t(min)	Operario 2	
15. Recoge la otra mitad del molde.	0.122		
16. Cierra molde.	0.266		
17. Cierra compuerta.	0.167		
18. Cierra prensa.	0.362		
19. Abre compuerta.	0.058	22. Afloja seguros del conjunto inyector.	1.346
20. Cierra compuerta.	0.076		
21. Cierra parcialmente la prensa.	0.137		
22. Recoge manivela.	0.125		
	0.155		
23. Desplaza conjunto móvil.	0.386		0.360
	0.245	23. Cierra parcialmente prensa.	0.245
		24. Abre compuerta.	0.037
24. Coloca paralela.	0.367	25. Coloca otra paralela.	0.316
25. Desplaza conjunto móvil con la manivela.	0.195	26. Observa posición del dispositivo expulsor.	0.260
		27. Ajusta soporte.	0.932
26. Aprieta soportes.	2.344	28. Coloca alzas.	0.381
		29. Afloja soporte.	0.102
		30. Quita soporte.	0.415

Operario 1	t(min)	Operario 2	t(min)
27. Coloca paralela.	0.258		
28. Coloca alzas.	0.489	31. Coloca soporte.	1.864
29. Aprieta soportes.	1.361		
		32. Cierra compuerta.	0.159
	0.343	33. Desplaza conjunto móvil.	0.184
30. Reajusta seguros.	1.007	34. Reajusta seguros.	1.006
Total	13.823	Total	13.909

Nota: las hojas restantes correspondientes a este punto están en el ANEXO 8.

4.5 Aplicación de las 5 “S”.

SEIRI (DESPEJAR).

"Disponer sólo de lo necesario mejora la eficiencia".

Al tener la posibilidad de encontrar lo que se necesita de manera sencilla y rápida, ahorra tiempo y esfuerzo, mismos que podemos utilizarlo en la elaboración del producto, mejorando con esto el rendimiento y la productividad de la planta.

Al despejar un espacio podemos realizar movimientos de matrices o producto terminado de una manera más cómoda, rápida, sin obstáculos, y sin que tengamos que realizar movimientos lentos con el fin de no tropezar con elementos innecesarios desperdigados por el piso.

El espacio ocupado por materiales o demás cosas que no sirven reduce el espacio útil en la planta provocando por consiguiente la acumulación de materiales, chatarra que, además dan un mal aspecto al lugar de trabajo. En el caso de AUPLATEC se acomodó y despejó el almacén de moldes para poder transitar más fluidamente ya que junto a este también se encuentra una bodega de producto terminado y los moldes estorban al transitar a través de él.



Fotografía 4.1 Zona de Moldes (Izq.)



Fotografía 4.2 Zona de Moldes (Der.)

ANTES



Fotografía 4.3 Elaboración de tableros.



Fotografía 4.4 Montaje de Tableros.

CAMBIO



Fotografía 4.5 Zona de Moldes Despejada 1.



Fotografía 4.6 Zona de Moldes Despejada 2.

DESPUES

SEITON (ORDEN).

"El orden mejora la imagen de nuestro puesto y la nuestra".

Se observó que la falta de orden en la zona de almacenaje de moldes retrasaba el cambio de matriz ya que todos los moldes se encontraban mezclados. Las matrices de accesorios automotrices, accesorios para carrocerías y accesorios para aluminio no contaban con secciones individuales, por lo que al buscar un molde específico era dificultoso.

Esto no interfiere directamente con el montaje pero no se puede decir lo mismo de las actividades externas que es la preparación previa antes del montaje que incluye la operación de localización del molde a montar.

El registro más alto de tiempo de búsqueda fue de 20 min., por lo que se procedió a resolver el problema codificando cada molde y separándolos por secciones.



Fotografía 4.7 Zona de Moldes antes de las 5 "S".

ANTES

Fotografía 4.8 Remarcado de Moldes.

CAMBIO

Fotografía 4.9 Reordenado de Moldes 1.



Fotografía 4.10 Reordenado de Moldes 2.



Fotografía 4.11 Reordenado de Moldes 3.

DESPUES

SEISO (LIMPIEZA)

"Las condiciones óptimas tienen su razón de ser".

Un lugar limpio y con orden no solo hace a nuestro lugar de trabajo más agradable sino que también, al tener un espacio limpio podemos encontrar lo necesario rápidamente, además no tenemos cosas en el suelo que nos puedan estorbar o peor aún causar algún tipo de lesión que mermaría nuestra capacidad de trabajo.

Además con la limpieza pudimos descubrir espacio muy útil, que en el caso de AUPLATEC sirvió para adecuar una sección entera de moldes en un lugar más accesible y cómodo para el encargado del cambio de matrices.



Fotografía 4.12 Limpieza antes de las 5 "S" 1.



Fotografía 4.13 Limpieza antes de las 5 "S" 2.

ANTES



Fotografía 4.14 Realizando Limpieza.

CAMBIO



Fotografía 4.15 Limpieza después de las 5 “S”.

DESPUES

SEIKETSU (NORMALIZAR).

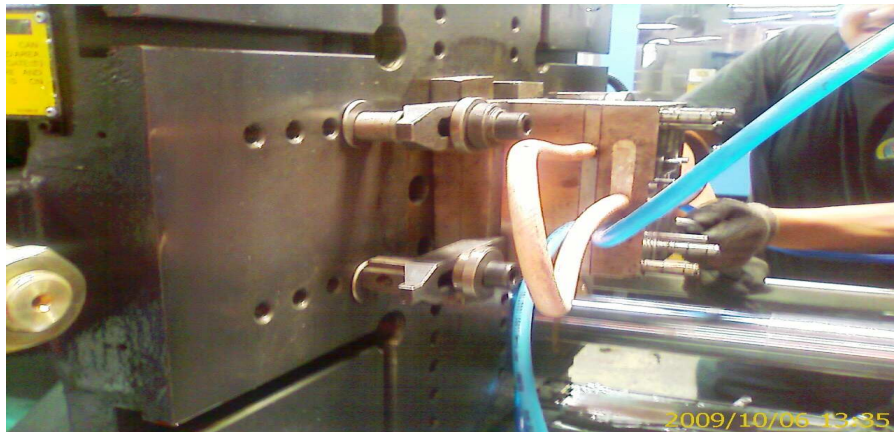
"Si normalizas tus tareas, tu trabajo será más sencillo".

Si se tiene un método o lugar de trabajo ordenado y normalizado, así como también dispositivos con el objetivo de hacer el trabajo más sencillo que el que se hace actualmente, se reduce fatigas y se optimiza el recurso tiempo.

En el caso del trabajo desarrollado en la empresa AUPLATEC se normalizó las bridas de soporte implementando un perno regulador de altura de placa en todas las bridas que se utilizan en la zona de producción. La idea fue aportada por el mismo operario mientras se realizaba una entrevista.

El cambio al ser sencillo y al no demandar grandes recursos fue aceptada inmediatamente por el empresario.

Este cambio tan simple pero importante permite reducir el tiempo en un 50%, y además permite deshacerse de pequeños pedazos de acero que eran utilizados en la regulación de altura de placa, cada uno de estos pequeños pedazos debían ser clasificados y colocados en cada soporte por su espesor y posicionarlos a la altura de la placa, esta acción era repetida cada vez que se montaba un molde con la consiguiente pérdida de tiempo.



Fotografía 4.16 Antes de Normalizar Regulación de Altura de Placa.
ANTES



Fotografía 4.17 Elaboración de Bridas.
CAMBIO



Fotografía 4.18 Bridas Normalizadas Regulación de Altura de Placa.
DESPUES

SHITSUKE (DISIPLINA)

"Con disciplina los esfuerzos son menos y los resultados mejores".

Si mantenemos los cambios que se han realizado, entonces, podemos conservar el nivel de mejora en el trabajo y la eficiencia. Es mucho más fácil realizar pequeñas revisiones periódicas que dejar que se deterioren las condiciones alcanzadas que tener que implementarlas nuevamente.

En el caso de la empresa AUPLATEC en la zona de almacenaje de moldes se coloca una indicación “COLOQUE EL MOLDE EN LA SECCION ASIGNADA”. Claro que al inicio parece ser una imposición pero después de que empleado la siga vera que su trabajo se facilita, haciendo que la indicación no sea ya una imposición sino una necesidad para su trabajo. Se hace esta recomendación ya que si se llegaran a mezclar los moldes sería complicado buscar y encontrar nuevamente el molde en específico teniendo por esto, que revisar todas las tres secciones en busca del molde perdido.



Fotografía 19 Antes del SMED.

ANTES



Fotografía 20 Colocación de Letreros.

CAMBIO



Fotografía 21 Inductor de Disciplina.

DESPUES

CAPÍTULO V

APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

5.1 Diagramas de proceso propuestos.

Los siguientes diagramas son el resultado del análisis del método de trabajo y la aplicación de los fundamentos del sistema SMED.






Hoja 6. Diagrama de Proceso propuesto de Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.

Hoja 6. Diagrama de Proceso propuesto de Cambio de Molde AC017- AC018 AC019 por AC033.

DIAGRAMA DE PROCESO							
Empresa: Aupaltec		Operación: Cambio de Molde AC017- AC018 AC019 por AC033.			Estudio: N 1		Hoja N 1
Departamento: Producción		Operario: Daniel			Analista: DY- CM		Fecha: 17/11/2008
		Máquina: Cincinatti M.					
OPERARIO 1				OPERARIO 2			
N.	Descripción	Min	Ac	N.	Descripción	Min.	Ac
1.	Obstruye tubería abastecedora.	0.412	●	1.	Abre compuerta.	0.106	●
2.	Afloja soporte.	0.734	●	2.	Quita tubería de refrigeración.	0.213	●
3.	Quita soporte.	0.246	●	3.	Quita conductos de refrigeración y cierra llaves de flujo.	1.341	●
4.	Afloja siguiente soporte.	0.200	●	4.	Afloja soporte.	0.214	●
5.	Quita alza.	0.071	●	5.	Quita alza.	0.038	●
6.	Quita soporte.	0.283	●	6.	Quita soporte.	0.396	●
1.	Sube a la máquina. 0.55m	0.148	➡	7.	Afloja siguiente soporte.	0.167	●
2.	Baja de la máquina. 0.55m	0.198	➡	8.	Quita alza.	0.046	●
7.	Cierra compuerta.	0.197	●	9.	Quita soporte.	0.387	●
3.	Se dirige al otro lado de la máquina. 2.30m	0.136	➡	1.	Espera	0.598	■
4.	Sube a la máquina. 0.55m	0.057	➡	10.	Cierra compuerta.	0.101	●
8.	Pide imán.	0.057	●	11.	Retrae placa expulsora.	0.561	●
9.	Coloca imán.	0.859	●	2.	Demora	1.130	■

5.	Baja de la máquina. 0.55m	0.069	➡	1.	Sube a la máquina. 0.55m	0.057	➡
6.	Va al panel. 0.80m	0.066	➡	12.	Recoge imán.	0.158	●
1.	Espera.	0.600	■	13.	Coloca imán en el molde.	0.248	●
10.	Retrae placa expulsora.	1.138	●	14.	Engancha el imán.	0.231	●
11.	Baja el gancho.	0.155	●	2.	Baja de la máquina. 0.55m	0.043	➡
12.	Afloja soporte.	0.257	●	15.	Observa posición de elevador.	0.133	●
13.	Quita el alza.	0.020	●	16.	Recoge herramienta.	0.035	●
2.	Espera.	0.140	■	17.	Quita el soporte.	2.422	●
14.	Tensa elevador.	0.155	●	18.	Monta mitad del molde.	0.353	●
15.	Deja swich.	0.065	●	19.	Cierra compuerta.	0.147	●
7.	Posiciona el elevador. 1.5m	0.292	➡	3.	Espera.	1.470	■
8.	Sube a la máquina. 0.55m	0.093	➡	20.	Cierra molde.	2.633	●
16.	Recoge el swich.	0.188	●	21.	Abre compuerta.	0.089	●
9.	Eleva el molde. 0.75m	0.135	➡	22.	Coloca soporte.	0.807	●
17.	Deja el swich.	0.028	●	23.	Coloca alza.	0.607	●
10.	Baja de la máquina. 0.55m	0.092	➡	24.	Ajusta soporte.	0.606	●
11.	Camina al otro lado de la máquina. 2.3m	0.194	➡	25.	Cierra compuerta.	0.070	●
18.	Monta el primer soporte.	0.205	●	4.	Demora	0.180	■
19.	Monta soporte.	1.163	●	5.	Demora	1.261	■
20.	Coloca alzas.	0.526	●	26.	Abre prensa.	0.075	●
21.	Ajusta soporte.	1.337	●	27.	Abre compuerta.	0.036	●
22.	Cierra compuerta.	0.075	●				
3.	Espera	2.633	■				
23.	Abre la compuerta.	0.121	●				
24.	Coloca soporte.	1.896	●				
25.	Coloca alzas.	0.319	●				
26.	Ajusta soporte.	1.261	●				
27.	Cierra compuerta	0.057	●				
28.	Abre la compuerta.	0.072	●				
29.	Coloca tubería.	0.140	●				
	Tiempo Total	17.090			Tiempo Total	16.792	

RESUMEN:**Tabla 5.10** Resumen método propuesto 1.


OPERACIONES					
Operación.	56				
Transporte.		13			
Inspección.				8	
Demora.					
Almacenaje.					

Tiempo teórico promedio total: 16.941 min.






Distancia teórica recorrida: 12.05 m

Hoja 7. Diagrama de Proceso propuesto de Cambio de Molde JKC211 por AC048.

DIAGRAMA DE PROCESO							
Empresa: Aupaltec		Operación: Cambio de Molde JKC211 por AC048.			Estudio: N 1		Hoja N 4
Departamento: Producción		Operario: Daniel			Analista: DY- CM		Fecha: 20/03/2009
		Máquina: Arburg					
OPERARIO 1				OPERARIO 2			
N.	Descripción	Min	Ac	N.	Descripción	Min.	Ac
1.	Afloja soportes.	1.089	●	1.	Afloja soporte.	1.682	●
2.	Quita soporte.	0.292	●	2.	Deja caer paralela.	0.172	●
3.	Trata de quitar paralelas.	0.072	●	3.	Quita soporte.	0.254	●
4.	Afloja soporte.	0.108	●	4.	Recoge la mitad del molde.	0.089	●
1.	Espera.	0.185	■	5.	Cierra el molde.	0.082	●
5.	Desmonta molde y recoge paralelas.	0.128	●	6.	Recoge paralelas y soportes.	0.236	●
6.	Deja molde y paralela a un lado de la máquina.	0.095	●	7.	Cierra compuerta.	0.040	●
1.	Lleva la mitad del molde a la máquina. 1.6m	0.160	➡	8.	Abre prensa.	0.039	●
7.	Deja medio molde en el suelo.	0.974	●	9.	Abre compuerta.	0.026	●
8.	Quita soporte.	0.312	●	10.	Apaga máquina.	0.085	●
9.	Coloca soporte.	0.302	●	11.	Recoge la otra mitad del molde.	0.152	●
10.	Coloca alzas.	0.090	●	12.	Coloca el molde en conjunto fijo.	0.142	●
11.	Aprieta soporte.	0.812	●	13.	Coloca soporte.	0.796	●
12.	Coloca alzas.	0.188	●	14.	Ajusta soporte.	0.250	●
13.	Coloca alzas.	0.553	●	15.	Coloca alzas.	0.156	●
14.	Recoge la otra mitad del molde.	0.122	●	16.	Aprieta soportes.	0.216	●
15.	Cierra molde.	0.266	●	17.	Afloja soporte.	0.133	●
16.	Cierra compuerta.	0.167	●	18.	Coloca nuevamente el soporte.	0.314	●
17.	Cierra prensa.	0.362	●	19.	Coloca alzas.	0.080	●
18.	Abre compuerta.	0.058	●	20.	Quita alzas.	0.071	●

19.	Cierra compuerta.	0.076	●	21.	Ajusta soportes.	0.577	●
20.	Cierra parcialmente la prensa.	0.137	●	22.	Afloja seguros del conjunto inyector.	1.346	●
21.	Recoge manivela.	0.125	●	1.	Espera.	0.360	■
2.	Espera.	0.155	■	23.	Cierra parcialmente prensa.	0.245	●
22.	Desplaza conjunto móvil.	0.386	●	24.	Abre compuerta.	0.037	●
3.	Espera.	0.245	■	25.	Coloca otra paralela.	0.316	●
23.	Coloca paralela.	0.367	●	26.	Observa posición del dispositivo expulsor.	0.260	●
24.	Desplaza conjunto móvil con la manivela.	0.195	●	27.	Ajusta soporte.	0.932	●
25.	Aprieta soportes.	2.344	●	28.	Coloca alzas.	0.381	●
26.	Coloca paralela.	0.258	●	29.	Afloja soporte.	0.102	●
27.	Coloca alzas.	0.489	●	30.	Quita soporte.	0.415	●
28.	Aprieta soportes.	1.361	●	31.	Coloca soporte.	1.864	●
4.	Espera.	0.343	■	2.	Espera	0.710	■
29.	Reajusta seguros.	1.007	●	32.	Cierra compuerta.	0.159	●
				33.	Desplaza conjunto móvil.	0.184	●
				34.	Reajusta seguros.	1.006	●
	Total Tiempo				Total Tiempo		

RESUMEN:**Tabla 5.13** Resumen método propuesto 4.

OPERACIONES					
Operación.	63				
Transporte.		1			
Inspección.					
Demora.				6	
Almacenaje.					

Tiempo teórico promedio total de operación: 13.866 min.

Distancia teórica recorrida: 1.6 m

Nota: las hojas restantes se encuentran en el ANEXO 9.

5.2 Diagramas de flujo propuesto.

Son la representación del método de trabajo de forma clara y gráfica, mediante la separación de elementos de la operación de cambio de molde. Como resultado de la aplicación de los fundamentos del sistema SMED, como se puede observar los tiempos que se obtienen en comparación con el método de trabajo sin aplicar el SMED se ve sustancialmente reducido.

Nota: los diagramas restantes se encuentran en el ANEXO 10.

5.3 Distribución propuesta del puesto de trabajo.

Áreas máxima y normal de trabajo.

Los siguientes diagramas son realizados en base a la talla del operario encargado del cambio de matrices, determinando los alcances máximos y normales de la longitud de sus brazos y la altura adecuada de trabajo. Estos datos nos servirán para proponer una distribución del puesto de trabajo adecuada.

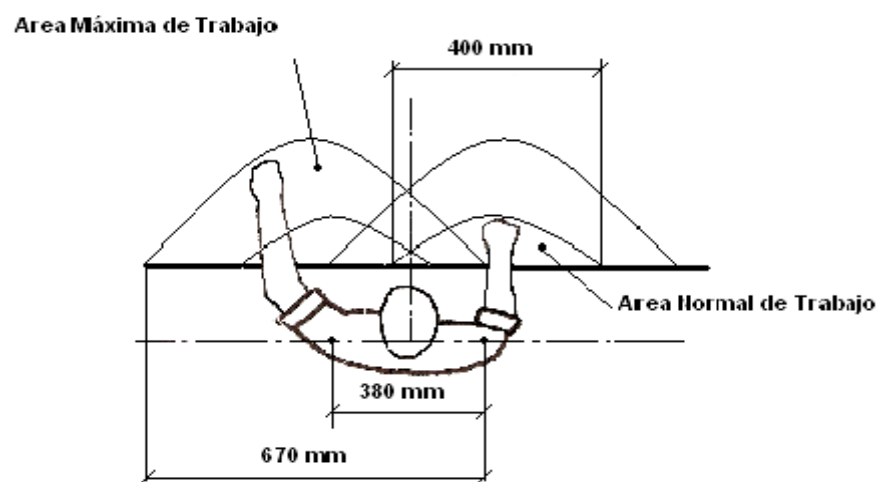


Fig. 9 Alcance de Brazos.

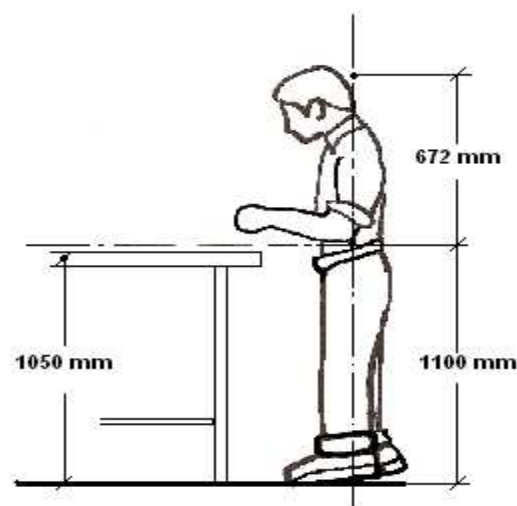


Fig. 10 Alturas de Trabajo Ideales.

Nota: los diagramas restantes se encuentran en el ANEXO 11.

5.4 Capacitación del personal.

El material utilizado para la capacitación del personal fue tomado de diferentes fuentes, y para un mejor entendimiento de parte de los operarios dentro de la presentación se incluye algunos videos ilustrativos.

Nota: las diapositivas utilizadas para este punto se encuentran en el ANEXO 12.

5.5 Filmación de cambios aplicados.

Antes de la realización de las filmaciones se realiza una pequeña capacitación a los operarios para que se familiaricen con los principios y conceptos del sistema SMED.

En las primeras filmaciones, que se podrían denominar como ensayos la meta que se plantea en la teoría del SMED no se alcanzaba, pero pese a no alcanzar las metas impuestas se logra evidenciar un gran ahorro de tiempo. Al no alcanzar los objetivos esperados, se realiza un pequeño análisis a las videgrabaciones lográndose detectar el origen de la falla, la cual era que se estaba obviando la preparación previa para realizar el cambio de matriz. Aunque también dentro del proceso de preparación previa se logro reducir sustancialmente el tiempo que era desperdiciado antes de la aplicación del sistema SMED, aun se la estaba manteniendo dentro de las denominadas operaciones internas.

Luego de corregir la omisión de separación de actividades se realizan nuevamente las filmaciones, esta vez se logran efectivamente los objetivos. Cuyos resultados serán analizados más adelante.

CAPÍTULO VI

Análisis de resultados:

En este capítulo se realizará el análisis de las modificaciones al método de trabajo anteriormente utilizado, mostrando los beneficios obtenidos al aplicar el SMED.

6.1 El procedimiento de cambio:

6.1.1 De la instalación sobre la que se actuó.

En base a la educación recibida en el aula y especialidad competente a nosotros, se escoge la sección de producción de la empresa AUPLATEC para realizar el estudio, encontramos aquí una variedad de máquinas inyectoras de plástico, a las cuales se las procede a clasificar y separar en grupos según su capacidad (máxima cantidad de plástico que puede inyectar).

Las máquinas fueron clasificadas en grupos ya que resulta mucho más fácil estudiar maquinaria con características similares, y, a partir de una muestra de cada grupo se puede aplicar los cambios que se realicen o requieran al resto de máquinas del mismo tipo.

Grupo1 (100-300 gr)

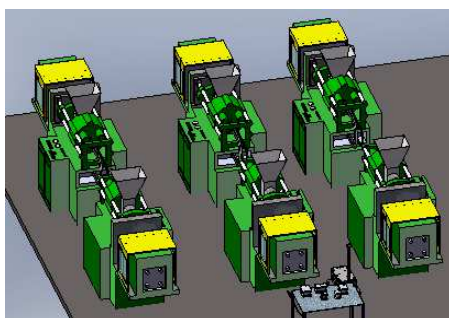


Fig. 11 Arburg



Fotografía 6.22 Rusa blanca

Grupo 2 (300-500gr.)



Fotografía 23 Cincinati Milacron

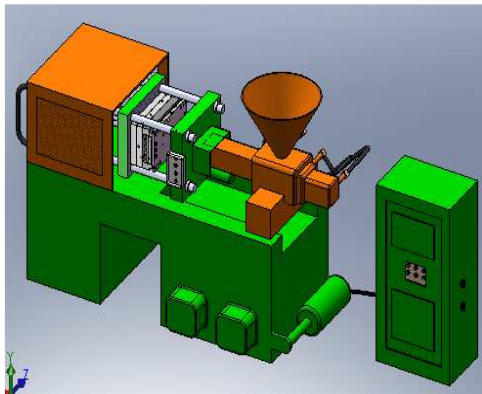


Fig. 12 Italplásticos



Fotografía 24 Boy 30M

Se realizó la fabricación de 15 bridas para acoplar la matriz a usarse a la máquina inyectora mejorando el proceso de cambio.

Al registrarse en el grupo 1 el tiempo más alto en un cambio de matriz se decide realizar un análisis un poco más profundo en esta sección de maquinaria, se determina que existen demasiadas demoras las mismas que se debían a la clase de bridas que eran utilizadas para la fijación de la matriz. Se observó que no eran del tamaño adecuado y tomaba mucho tiempo escoger las adecuadas para el montaje motivo por el cual se modifico el diseño de las mismas logrando con esto una reducción importante de tiempo.

La modificación de la forma de trabajo y dispositivos de fijación resulto en un ahorro sustancioso de tiempo en las operaciones de cambio de matriz.

6.1.2 De la capacitación del equipo de trabajo en los fundamentos del SMED.

Se procedió, con una semana de anticipación, antes de, realizar las filmaciones a realizar una pequeña charla acerca del sistema SMED, de una manera muy sencilla y tratando de ser lo más concisos y claros posibles, su contenido se enfocó hacia el cambio de actitud frente a la implementación del SMED, sus beneficios y el sencillo procedimiento de aplicación.

Al realizar las filmaciones de los cambios de matriz se puede observar que el operario ya se preocupa por realizar la preparación previa del cambio aplicando, con esto, el concepto y definición de operaciones internas y externas así como también, la separación de actividades y que conjuntamente con los nuevos dispositivos de sujeción se acopla al nuevo método de trabajo. Entonces podemos decir que se logró un importante avance hacia el cambio, evidenciándose el cambio positivo de actitud hacia el SMED.

6.1.3 Análisis de la filmación de los cambios.

Para realizar dicho análisis se vuelve a utilizar una videgrabadora para tener un registro y así constatar, la aplicación real del sistema SMED en la empresa AUPALTEC tratando de aprovechar todos los recursos disponibles al momento de realizar el cambio de matriz.

A continuación se realiza el estudio del método de trabajo aplicando el sistema SMED y los resultados obtenidos de esta.

6.1.3.1 Hojas de registro.

Hoja 8. Hoja de Registro Cambio de molde AC056- JKC022 aplicando SMED.

Hoja de Registro						
Hoja 1	Fecha	20/01/2009	Departamento	Producción.	G. máq.	1
Operación: Cambio de molde AC056-JKC022				Máquina:	Arburg.	
Operario: Daniel		Supervisor:		Empresa:	Auplatec	
N.	Elementos			D(m)	T	L
1.	Inicia operación				09:21.67	
2.	Afloja soporte 1				09:34.52	0.21
3.	Quita soporte 1				09:47.10	0.28
4.	Afloja soporte 2				10:03.93	0.13
5.	Desmonta mitad 1 de molde				10:11.81	0.27
6.	Quita soporte 2				10:28.16	0.54
7.	Afloja soporte 3				11:00.33	0.05
8.	Afloja soporte 4				11:03.10	0.19
9.	Desmonta mitad 2 de molde				11:14.37	0.53
10.	Quita soportes restantes				11:46.00	0.05
11.	Trae mitad de molde a montar				11:49.07	0.26
12.	Coloca soporte 1				12:04.74	0.37
13.	Ajusta soporte 1				12:26.67	0.05
14.	Trae soporte 2				12:29.68	0.23
15.	Coloca soporte 2				12:43.47	0.20
16.	Ajusta soporte 2				12:55.22	0.12
17.	Trae mitad 2 del molde				13:02.56	0.32
18.	Monta parte 2				13:21.57	0.09
19.	Cierra compuerta				13:26.78	0.73
20.	Afloja seguros conjunto móvil				14:10.67	0.30
21.	Cierra prensa				14:28.47	0.23
22.	Mueve conjunto móvil				14:42.20	0.84
23.	Coloca paralelas				15:32.74	0.06
24.	Abre compuerta				15:36.20	0.08
25.	Coloca y ajusta soporte 3				15:41.13	1.40
26.	Coloca soporte 4				16:43.53	0.57
27.	Ajusta soporte 4				17:17.73	0.03
28.	FIN				17:19.72	7.75

Hoja 9. Hoja de Registro Cambio de molde AC029 por AC023 aplicando SMED.

Hoja de Registro						
Hoja 2	Fecha	20/01/2009	Departamento	Producción.	G. máq.	2
Operación: Cambio de molde AC029 por AC023.				Máquina:	Cincinnati.	
Operario: Daniel		Supervisor:		Empresa:	Auplatec	
N.	Elementos			D(m)	T	L
1.	Inicia operación				00:01.850	
2.	Afloja soporte 1				00:27.020	0.07
3.	Quita soporte 1				00:31.420	0.83
4.	Afloja soporte 2				01:21.480	0.13
5.	Quita soporte 2				01:29.490	0.18
6.	Coloca apoyo para bajar molde				01:40.230	0.50
7.	Afloja soporte 3				02:09.950	0.15
8.	Desmonta parte 1 de molde				02:18.780	0.10
9.	Coloca soporte para bajar mitad 2				02:24.950	0.48
10.	Afloja soporte 4				02:53.860	0.26
11.	Afloja soporte 5				03:09.330	0.22
12.	Desmonta parte 2				03:22.810	0.15
13.	Quita apoyo				03:31.520	0.39
14.	Quita soporte restantes				03:54.860	0.38
15.	Monta mitad 1 de molde nuevo				04:17.530	1.40
16.	Coloca soporte 1				05:41.800	0.58
17.	Ajusta soporte 1				06:16.750	0.44
18.	Coloca soporte 2				06:43.430	0.22
19.	Ajusta soporte 2				06:56.550	0.11
20.	Trae parte 2				07:02.930	0.30
21.	Monta soporte 2				07:20.930	0.18
22.	Cierra compuerta				07:31.910	0.27
23.	Cierra prensa				07:48.130	0.06
24.	Abre compuerta				07:51.750	0.09
25.	Trae soporte 3				07:57.160	0.26
26.	Coloca soporte 3				08:12.760	0.20
27.	Ajusta soporte 3				08:24.530	0.46
28.	Coloca soporte 4				08:52.350	0.18
29.	Ajusta soporte 4				09:02.930	0.03
30.	Cierra compuerta				09:04.750	0.13
31.	Cierra compuerta				09:12.540	0.05
32.	Abre prensa				09:15.530	0.02

33.	Abre compuerta		09:16.820	0.02
34.	Fin		09:18.130	8.85

6.1.3.2 Determinación del Tiempo Tipo.

Obtención del tiempo de la operación.

Con base en el estudio realizado y los tiempos obtenidos a partir de la aplicación del sistema SMED ya se puede hablar de un tiempo base de partida para futuros estudios o mejoras que se pretendan implementar en la empresa AUPLATEC.

Valoración del “paso”.

La valoración sigue siendo **UNO**, ya que, aún no existe otro operario de referencia.

Determinación de los suplementos.

Al tomar un video en tiempo real se incluye en la grabación los suplementos ya que la operación es videograbada sin interrupciones.

Obtención del tiempo tipo.

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

Cambio de molde AC056- JKC022.**DATOS****Tiempo promedio:** 7.75 min.**Paso:** 1**Fatiga:** 0%**Retraso:** 0 %**Necesidades personales:** 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$7.75 \times 1 = 7.75 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$7.75 + [(0+0+0) \times 7.75] = 7.75 \text{ min.}$$

Cambio de molde AC029 por AC022.**DATOS****Tiempo promedio:** 8.85 min.**Paso:** 1**Fatiga:** 0%**Retraso:** 0 %**Necesidades personales:** 0%

$$T_{medio} \times F_{valoración} = T_{normal}$$

$$8.85 \times 1 = 8.85 \text{ min}$$

$$T_{normal} + \%S \times T_{normal} = T_{tipo}$$

$$8.85 + [(0+0+0) \times 8.85] = 8.85 \text{ min.}$$

6.1.3.3 Hojas de proceso.

Los siguientes diagramas son la representación del proceso de cambio de molde aplicando el sistema SMED de manera práctica haciendo uso de los recursos disponibles o que se nos proporcionó.

Hoja 10. Diagrama de proceso de Cambio de molde AC056- JKC022 aplicación práctica.

DIAGRAMA DE PROCESO							
Empresa: Aupaltec		Operación: Cambio de molde AC056 por JKC022.			Estudio: N 1		Hoja N 1
Departamento: Producción		Operario: Daniel			Analista: DY- CM		Fecha: 20/03/2009
		Máquina: Arburg					
OPERARIO 1				OPERARIO 2			
N.	Descripción	Min	Ac	N.	Descripción	Min.	Ac
1.	Afloja soporte 1	0.21	●				
2.	Quita soporte 1	0.28	●				
3.	Afloja soporte 2	0.13	●				
4.	Desmonta mitad 1 de molde	0.27	●	1.	Destraba soporte 2	0.18	●
1.	Transporta mitad 1 de molde (1.2m)	0.54	➡	2.	Quita soporte 2	0.54	●
5.	Afloja soporte 3	0.05	●				
6.	Afloja soporte 4	0.19	●				
7.	Desmonta mitad 2 de molde	0.53	●				
2.	Transporta mitad 2 de molde (1.2m)	0.05	➡	3.	Quita soportes restantes	0.05	●
3.	Trae mitad de molde a montar (1.2m)	0.26	➡				
8.	Coloca soporte 1	0.37	●				
9.	Ajusta soporte 1	0.05	●				
4.	Trae soporte 2 (1.2m)	0.23	➡				
10.	Coloca soporte 2	0.20	●				
11.	Ajusta soporte 2	0.12	●				
5.	Trae mitad 2 del molde (1.2m)	0.32	➡				
12.	Monta parte 2	0.09	●				

13.	Cierra compuerta	0.73	●				
14.	Afloja seguros conjunto móvil	0.30	●				
15.	Cierra prensa	0.23	●				
16.	Mueve conjunto móvil	0.84	●				
17.	Coloca paralelas	0.06	●				
18.	Abre compuerta	0.08	●				
19.	Coloca y ajusta soporte 3	1.40	●				
20.	Coloca y ajusta soporte 3	0.57	●	4.	Coloca soporte 4	0.57	●
				5.	Ajusta soporte 4	0.03	●
					Tiempo total	7.75	

RESUMEN:**Tabla 6.15 Resumen aplicación SMED grupo 1.**

OPERACIONES	Operario1	Operario 2
Operación. 	20	5
Transporte. 	5	
Inspección. 		
Demora. 		
Almacenaje. 		

Tiempo total de operación: 7.75 min.

Distancia total recorrida: 6 m

Hoja 11. Diagrama de proceso de Cambio de molde AC029 por AC023 aplicación práctica.

DIAGRAMA DE PROCESO							
Empresa: Aupaltec		Operación: Cambio de molde AC029 por AC023.			Estudio: N 1		Hoja N 2
Departamento: Producción		Operario: Daniel			Analista: DY- CM		Fecha: 10/12/2008
		Máquina: Cincinati					
OPERARIO 1				OPERARIO 2			
N.	Descripción	Mín	Ac	N.	Descripción	Min.	Ac
1.	Afloja soporte 1	0.07	●				
2.	Quita soporte 1	0.83	●				
3.	Afloja soporte 2	0.13	●	1.	Sostiene rache	0.05	●
4.	Quita soporte 2	0.18	●				
5.	Coloca apoyo para bajar molde	0.50	●				
6.	Afloja soporte 3	0.15	●				
7.	Desmonta parte 1 de molde	0.10	●				
8.	Coloca soporte para bajar mitad 2	0.48	●				
9.	Afloja soporte 4	0.26	●				
10.	Afloja soporte 5	0.22	●				
11.	Desmonta parte 2	0.15	●				
1.	Transporta la mitad de molde (2.80m)	0.39	➡	2.	Quita apoyo	0.39	●
12.	Quita soporte restantes	0.38	●	3.	Quita soporte restantes	0.30	●
13.	Monta mitad 1 de molde nuevo	1.40	●				
14.	Coloca soporte 1	0.58	●	4.	Sostiene mitad 1 de molde	0.10	●
15.	Ajusta soporte 1	0.44	●	5.	Sostiene mitad 1 de molde	0.20	●
16.	Coloca soporte 2	0.22	●				
17.	Ajusta soporte 2	0.11	●				
2.	Trae parte 2 (2.8m)	0.30	➡				
18.	Monta soporte 2	0.18	●	6.	Ayuda en el montaje	0.06	●
19.	Cierra compuerta	0.27	●	7.	Cierra compuerta 2	0.27	●
20.	Cierra prensa	0.06	●				
21.	Abre compuerta	0.09	●	8.	Abre compuerta 2	0.05	●

3.	Trae soporte 3 (0.70m)	0.26	➡				
22.	Coloca soporte 3	0.20	●				
23.	Ajusta soporte 3	0.46	●				
24.	Coloca soporte 4	0.18	●				
25.	Ajusta soporte 4	0.03	●				
26.	Cierra compuerta 1	0.13	●				
27.	Cierra compuerta 2	0.05	●				
28.	Abre prensa	0.02	●				
29.	Abre compuerta	0.02	●	9.	Abre compuerta 2	0.02	●
	Tiempo total	8.85					

RESUMEN:**Tabla 6.16 Resumen de aplicación SMED grupo 2.**

OPERACIONES	Operario1	Operario 2
Operación. 	29	9
Transporte. 	3	
Inspección. 		
Demora. 		
Almacenaje. 		

Tiempo total de operación: 8.85 min.**Distancia total recorrida:** 4.1 m






6.1.4 Análisis de resultados en la filmación.

6.1.4.1 Análisis de los diagramas.

Para realizar este análisis se procederá a la comparación principalmente entre las hojas de proceso donde se muestra la forma de realizar la operación de cambio de matriz, utilizando filmaciones realizadas a cada grupo de máquinas de manera que se observe las diferencias de tiempo, distancia recorrida entre el método anteriormente utilizado, el método propuesto y el resultado práctico que se obtuvo al aplicar el sistema SMED.






GRUPO 1

Método Usado	Tiempo de oper. (min.)	Distancia recorrida (m)
Anterior 1.1	30.833	66.45
Anterior 1.2	54.557	143.7
Anterior 1.3	30.665	43
Propuesto 1.1	9.168	3.9
Propuesto 1.2	13.866	1.6
Propuesto 1.3	9.739	0
Real práctico	7.75	6

OP. MET.					
Anterior 1.1	77	39	14	1	1
Anterior 1.2	73	42	21	17	3
Anterior 1.3	67	14	6	6	2
Propuesto 1.1	22	4			
Propuesto 1.2	63	1		6	
Propuesto 1.3	59		4	16	
Real					
Operario 1	20	5			
Operario 2	5				

GRUPO 2

Método Usado	Tiempo de oper. (min.)	Distancia recorrida (m)
Anterior 2.1	48.531	171.4
Anterior 2.2	38.099	74.35
Propuesto 2.1	16.941	10.75
Propuesto 2.2	8.980	2.45
Real práctico	8.85	4.1

OP. MET.					
Anterior 2.1	77	37	3	1	3
Anterior 2.2	80	25	8	1	5
Propuesto 2.1	56	13		8	
Propuesto 2.2	54	6		8	
Real					
Operario 1	29	3			
Operario 2	9				

En las tablas anteriormente desarrolladas se observa claramente grandes ahorros de tiempo y eliminación de operaciones que comprometían tiempo y recursos restando eficiencia al cambio de matrices.

GRUPO 1

El cambio más radical lo podemos observar en el grupo 1 de máquinas donde registramos el tiempo más alto para la operación de cambio y lo mismo sucede con la distancia recorrida, en este caso en particular se logra reducir el tiempo a la sexta parte utilizado en el método anterior y con respecto a la distancia recorrida se logra

reducir a la veinteava parte de la utilizada en el método anterior. Todo este se logra gracias a la aplicación de los conceptos actividades internas/actividades externas, así como también la modificación de los dispositivos de fijación.

GRUPO 2

La diferencia entre los tiempos obtenidos con el método anterior y el real práctico es de por lo menos de tres veces, se puede observar nuevamente el beneficio obtenido al aplicar el SMED y sus fundamentos.

Para obtener un ahorro más sustancial de tiempo se propone incluir en el método de trabajo a un operario adicional para poder ejecutar actividades simultaneas sin embargo por situaciones logísticas de la empresa donde se realiza la aplicación del SMED se logra conseguir solamente una asistencia, por otro lado están también actividades que no se encuentran previstas como es la necesidad de recorrer el conjunto móvil para que el cierre de molde sea el correcto.


Sin embargo las dificultades presentadas se logro cumplir con la meta del SEMD que es reducir el cambio a menos de diez minutos.

6.1.5 Afinación del cambio rápido, convertirlo en procedimiento.

Para realizar esta parte del estudio se procede a realizar una hoja de procedimiento para establecer el método de trabajo para un grupo de máquinas, el siguiente es un modelo propuesto para la normalización de las operaciones de cambio de molde anteriormente mencionadas.


Grupo 1: Arburg, Van hor, Rusa Blanca.

Hoja 12. Hoja de Procedimiento para Grupo 1

HOJA DE PROCEDIMIENTO			
Grupo Máquinas	1	OPERACIÓN: Cambio de matriz grupo 1.	OPERARIO/S: Daniel, Asistente
HOJA NUMERO	1		
<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</p> <p style="text-align: center;"><u>ACTIVIDADES EXTERNAS</u></p> <p>1. Encender la máquina para realizar el precalentamiento del aceite hidráulico necesario para su funcionamiento (según sea el estado de la máquina).</p> <p>2. Realizar preparación previa para el montaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Localizar molde a remplazar. b. Inspeccionar molde y constatar que todas sus partes constitutivas estén acopladas si no es el caso completar dicho molde. c. Montar anillo de centrado. d. Buscar bridas de sujeción adecuadas para el grupo 1 de máquinas. e. Observar que todas las bridas de sujeción incluyan pernos reguladores de altura de placa. f. Regular altura de placa en las bridas. g. Armar “rache” con el número de dado 18 o 19 (mm) según corresponda o dados con cabeza hexagonal número 10 o 12 (mm). h. Comprobar herramientas y partes. <p style="text-align: center;"><u>ACTIVIDADES INTERNAS</u></p> <p>3. Desmontar molde anterior montado a remplazar (si fuere el caso).</p> <p>4. Posicionar y fijar el molde en la máquina inyectora.</p> <p>5. Finalizar el cambio y recoger herramientas y piezaje sobrante.</p>			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Grupo 2: Cincinati, Italplasticos, Van hor.

Hoja 13. Hoja de Procedimiento para Grupo 2

HOJA DE PROCEDIMIENTO			
Grupo Máquinas	2	OPERACIÓN: Cambio de matriz grupo 2.	OPERARIO/S: Daniel, Asistente
HOJA NUMERO	1		
<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</p> <p style="text-align: center;"><u>ACTIVIDADES EXTERNAS</u></p> <p>1. Encender la máquina para realizar el precalentamiento de aceite hidráulico necesario para su funcionamiento (según sea el estado de la máquina).</p> <p>2. Realizar preparación previa para el montaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Localizar molde a remplazar. b. Inspeccionar molde y constatar que todas sus partes constitutivas estén acopladas si no es el caso completar dicho molde. c. Montar anillo de centrado. d. Buscar bridas de sujeción adecuadas al tamaño para el grupo 2 de máquinas. e. Observar que todas las bridas incluyan pernos reguladores de altura de placa. f. Regular altura de placa en las bridas. g. Armar “rache”: montar dado # 24 o 22 (mm) o si fuere el caso dados de cabeza hexagonal 10-12 (mm). h. Comprobar herramientas y partes. i. Prever la disponibilidad del elevador (cuando el molde sea de un peso considerable). <p style="text-align: center;"><u>ACTIVIDADES INTERNAS</u></p> <p>3. Desmontar molde anterior montado a remplazar (si fuere el caso).</p> <p>4. Posicionar y fijar el molde en la máquina inyectora.</p> <p>5. Finalizar el cambio y recoger herramientas y piezaje sobrante.</p>			
OBSERVACIONES: Ninguna			

6.1.6 Extender el procedimiento al resto de máquinas del mismo tipo.

Para este punto se toma las hojas de procedimiento anteriormente desarrolladas con el fin de prever pasos y herramientas necesarias para cada grupo de máquinas ahorrando la mayor cantidad de tiempo evitando buscar partes y herramientas, sin embargo realizado este procedimiento no se puede prever todos los imprevistos ya que pueden surgir de repente.

CAPÍTULO VII

Costo - Inversión del sistema SMED.

Tabla 8.17 Inversión en la aplicación del SMED.

N.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
1.	Planchas de tabla triplex.	15	1	15
2.	Latas de pintura sprite.	2.50	6	15
3.	Letras para rotular.	30	1	30
4.	Juego de pernos varias med.	87.50	1	87.50
5.	Juego de dados allen (#10-14).	11.50	1	11.50
6.	Rache mando de ½.	19.80	1	19.80
7.	Juego de dados (#13-24,30)	20.00	1	20.00
8.	Carteles para Señalización.	25.00	4	100.00
9.	Movilización.	50.00	-	50
10.	Trabajo tesistas.	200	2	400
11.	Cinta adhesiva	2.50	2	5
			TOTAL	753.80

La empresa tiene establecido 1 turno diario de 8 horas. Por lo que:

$260 \text{ día/año} \times 8 \text{ h/día} \times \text{rendimiento} = \text{dará las horas de trabajo de la máquina.}$

En la actualidad (sin aplicar el sistema SMED), se sabe que el rendimiento esta en un 50 % por lo que tenemos:

$260 \text{ día/año} \times 8 \text{ h/día} \times 0.50 = 1040 \text{ h./año}$

Tenemos una facturación de: 18 dol./h (Facturación hora/Hom-máq.)

$1040 \text{ h/año} \times 18 \text{ dol/h} = 18720 \text{ dol/año}$ (Facturación actual de la máquina).

Con la implantación del sistema SMED el rendimiento de la maquina lo aumentaremos al 60% por lo que el SMED facturará:

$$260 \text{ día/año} \times 8 \text{ h/día} \times 0.60 = 1248 \text{ h./año}$$

$$1248 \text{ h/año} \times 18 \text{ dol./h} = 22464 \text{ dol/año}$$

Por lo tanto: 1248 p 60%

- 1040 p 50%

208 h/año

$$208 \text{ h/año} \times 18 \text{ dol./h} = 3744 \text{ dol./año}$$

Con el sistema SMED, incrementaremos la facturación en 3744 dol./año más.

Ahorros de Tiempo y Dinero:

Sueldo Operario: 520 \$

Trab./ min. = 0.06 \$

8.18 Costo del cambio de matriz.

Descripción	T. Promedio (min)	Costo/Cambio de Matriz (\$)
Método anterior grupo 1	38.685	2.32
Método anterior grupo 2	43.315	2.60
Método propuesto grupo 1	10.92	0.65
Método propuesto grupo 2	12.96	0.77
Aplicación real grupo 1	7.75	0.46
Aplicación real grupo 2	8.85	0.53

El número de cambios promedio de matriz por día es de dos, aunque puede variar porque en ocasiones surgen pedidos especiales que obligan a realizar hasta 5 cambios.

Tiempo:

Grupo 1

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Método anterior grupo 1} & = & 38.685 \text{ min.} \\
 \text{Aplicación real grupo 1} & = & \frac{- 7.75 \text{ min.}}{30.935 \text{ min.}} \text{ Tiempo Ahorrado 80\%}
 \end{array}$$

Grupo 2

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Método anterior grupo 2} & = & 43.315 \text{ min.} \\
 \text{Aplicación real grupo 2} & = & \frac{- 8.85 \text{ min.}}{34.465 \text{ min.}} \text{ Tiempo Ahorrado 80\%}
 \end{array}$$

Comparación con el Método Propuesto:

Grupo 1

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Método anterior grupo 1} & = & 38.685 \text{ min.} \\
 \text{Método propuesto grupo 1} & = & \frac{- 10.92 \text{ min.}}{27.765 \text{ min.}} \text{ Tiempo Ahorrado 60\%}
 \end{array}$$

Grupo 2

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Método anterior grupo 2} & = & 43.315 \text{ min.} \\
 \text{Método propuesto grupo 2} & = & \frac{- 12.96 \text{ min.}}{30.355 \text{ min.}} \text{ Tiempo Ahorrado 58\%}
 \end{array}$$

Dinero:

Grupo 1

$$\begin{aligned} \text{Método anterior grupo 1} &= 2.32 \$ \\ \text{Aplicación real grupo 1} &= \frac{- 0.46 \$}{1.86 \$} \text{ Dinero Ahorrado 80\%} \end{aligned}$$

Grupo 2

$$\begin{aligned} \text{Método anterior grupo 2} &= 2.60 \$ \\ \text{Aplicación real grupo 2} &= \frac{- 0.53 \$}{2.07 \$} \text{ Dinero Ahorrado 80\%} \end{aligned}$$

Ahorro Anual de dinero:

Ahorro normal

Ahorro máximo

Grupo 1:

Grupo 1:

$$1.86 \times 2 \times 260 = 967.2 \$$$

$$1.86 \times 5 \times 260 = 2418 \$$$

Grupo 2:

Grupo 2:

$$2.07 \times 2 \times 260 = 1076.4 \$$$

$$2.07 \times 5 \times 260 = 2691 \$$$

Como se puede observar la pequeña inversión que se realizó para implementar el sistema SMED queda justificada en muy poco tiempo. Los ahorros de tiempo y dinero con relación al método anterior y la aplicación del SMED representan un porcentaje del 80% aumentando así la productividad de la sección producción.

El incremento del rendimiento se debe al ahorro de tiempo importante que se obtiene con la aplicación del SMED, entonces el tiempo sobrante antes empleado en el cambio de matriz ahora es utilizado en la producción propiamente dicha, y tampoco hubo la necesidad de gastar recursos en la repotenciación de la maquinaria disponible.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 CONCLUSIONES

- Un punto importante, previo a la aplicación de un nuevo método de trabajo es la capacitación, ya que si no explicamos los fundamentos del nuevo sistema que se desea implementar, si no se realiza la socialización del proyecto con el o los directamente involucrados solo obtendremos confusión y falta de colaboración. Entonces como profesionales jamás se debe asumir que algo es conocido o comprendido, por lo que se realizará la explicación del sistema utilizando herramientas como la didáctica, donde con palabras claras y entendibles lleguemos al objetivo.
- El método actual utilizado para el cambio de matrices es analizado mediante: diagramas de proceso, diagramas de flujo, se obtiene el tiempo tipo, diagramas de distribución del puesto de trabajo. Otro recurso de análisis es la filmación mas aún cuando, estamos frente a una operación de larga duración, además permite un estudio mas consiente y consistente de la realidad del método de trabajo aplicado. Al realizar el análisis del método de trabajo actual, se encontraron varias falencias en la preparación y montaje de un molde, la principal fue la forma de fijarlo a la máquina ya que, para regular la altura de placa se usaba diferentes piezas de acero como arandelas, pequeños bloques de acero etc., esto resultaba en demoras en el tiempo utilizado en el montaje de, siendo necesaria la modificación de los dispositivos de fijación.
- Observamos a lo largo del desarrollo de la tesis los ahorros de tiempos que se generan a partir del solo hecho de aplicar los principios del SMED, como podemos observar en los siguientes cuadros:

Separación de actividades: se reduce el tiempo en 45.2% utilizado anteriormente.

HOJAS DENOMINACION	ACTIVIDADES INTERNAS	%	ACTIVIDADES EXTERNAS	%
Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	39.959	77.54	11.572	22.45
Cambio de Molde AC040 con AC022 & AC023	18.249	47.89	19.850	52.10
Cambio de Molde Etiquetas para medidores con JKC019A – JKC019F	16.516	53.56	14.317	46.44
Cambio de Molde JKC211 por AC048.	27.780	50.91	26.777	49.09
Cambio de Molde AC046 por AC064.	17.561	57.62	13.104	42.73
TOTALES	%PROM.	54.8	%PROM.	45.2

Conversión de actividades internas en actividades externas:

HOJAS DENOMINACION	ACTIVIDADES INTERNAS	%	ACTIVIDADES EXTERNAS	%
Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	27.714	57	20.817	43
Cambio de Molde AC040 con AC022 & AC023	17.738	47	20.361	53
Cambio de Molde Etiquetas para medidores con JKC019A – JKC019F	16.516	53	14.317	47
Cambio de Molde JKC211 por AC048.	26.429	48	28.128	52
Cambio de Molde AC046 por AC064.	16.747	55	13.918	45
TOTALES	%PROM.	49	%PROM.	51

Se añade un 2% del tiempo utilizado dentro de la actividades internas a las actividades externas como resultado de la conversión, entonces este es un buen punto de inicio para la búsqueda de alternativas para acortar el máximo de tiempo posible, aunque es una excelente reducción de tiempo para alcanzar la meta del SMED todavía, no es suficiente; por lo que se aplicó alternativas como el rediseño de los dispositivos de fijación de molde.

Implementación de actividades paralelas:

OPERACIONES	Conversión AI a AE	%	Actividades paralelas	% Reduc.
Cambio de Molde AC017-AC018 AC019 por AC033.	27.714	100	16.941	61.12
Cambio de Molde AC040 con AC022 & AC023	17.738	100	8.980	50.625
Cambio de Molde Etiquetas para medidores con JKC019A – JKC019F	16.516	100	9.168	55.50
Cambio de Molde JKC211 por AC048.	26.429	100	13.866	52.46
Cambio de Molde AC046 por AC064.	16.747	100	9.739	49.31
TOTALES	%PROM.	100	%PROM.	52.63

Al realizar la implementación, en algunos casos se llega a la meta trazada por el SMED que es realizar el cambio en menos de 10 min.

La tabla desarrollada muestra que tenemos una reducción del tiempo necesario para realizar un cambio de matriz de un promedio de 47.37%, siendo estos hasta aquí resultados teóricos.

- Se toma a la entrevista como una poderosa herramienta para recopilar experiencias e ideas útiles en el desarrollo de este estudio, mejorando de esta manera el método de trabajo.
- Luego de realizada la aplicación práctica del sistema SMED procedemos a realizar el análisis de resultados, para esto se hace una comparación entre el método anterior, el método propuesto y la aplicación real.

GRUPO 1

Método Usado	Tiempo de oper. (min.)	Distancia recorrida (m)
Anterior 1.1	30.833	66.45
Anterior 1.2	54.557	143.7
Anterior 1.3	30.665	43
Propuesto 1.1	9.168	3.9
Propuesto 1.2	13.866	1.6
Propuesto 1.3	9.739	0
Real práctico	7.75	6

GRUPO 2

Método Usado	Tiempo de oper. (min.)	Distancia recorrida (m)
Anterior 2.1	48.531	171.4
Anterior 2.2	38.099	74.35
Propuesto 2.1	16.941	10.75
Propuesto 2.2	8.980	2.45
Real práctico	8.85	4.1

Mediante estos resultados podemos decir que se alcanzó la meta impuesta por el sistema SMED.

- Pudimos demostrar durante el desarrollo de la tesis, que aplicar el sistema SMED no resulta ser complejo, en especial cuando el empresario acepta y apoya el cambio. El SMED más que un cambio de sistema es un cambio de actitud y filosofía en un sistema de producción que necesita ser mejorado y, no solo en este, siendo que, el SMED por su versatilidad, puede ser aplicado en casi todo tipo de empresa.
- Los cambios que se lograron implementar fueron pensados para que fueran lo más prácticos posibles y con el mínimo de requerimientos en recursos tanto económicos como horas/hombre.



Fotografía 25 Molde para Rotulación.



Fotografía 26 Molde Identificado.

MOLDES



Fotografía 27 Modificación de Bridas.



Fotografía 28 Bridas Modificadas.

BRIDAS

- Al aplicar el sistema SMED se obtuvieron importantes ahorros de tiempo, esto se logró gracias a la aplicación del concepto de operaciones internas y externas.
- Se redujo la distancia recorrida por el operario, resultado de preparar previamente el cambio de matriz y de una mejor distribución del puesto de trabajo.
- La reducción de tiempos dan como resultado ahorro de dinero, en promedio mensual gracias al SMED se logra un ahorro de 80 \$ junto con un incremento en la facturación promedio mensual de 312 \$ sumando un total de 392 \$ en beneficio de la empresa.

8.2 RECOMENDACIONES

- Mantener los cambios implementados mediante la aplicación continua de las 5 “S”, en especial aplicar las más importantes SHITSUKE, SEISO y SEITON.
- Adquirir herramienta necesaria para realizar un trabajo adecuado y rápido.
- Aplicar los estudios realizados anteriormente, no archivarlos ya que son beneficiosos y de fácil ejecución.
- Realizar estudios acerca de la seguridad industrial en la empresa AUPLATEC.
- Motivar al personal de mejor manera para obtener una mayor colaboración y predisposición a cualquier cambio que en el futuro se pretenda implementar.
- Aplicar la filosofía LEAN que promueve la mejora continua, con el desarrollo del presente trabajo se ha conseguido un importante avance hacia la calidad en la producción de la empresa AUPLATEC.